

CENTRO DE INSTRUCCIÓN MARITIMA PAUL MÜLLER

R.D. N° 725-2022 DGCG
MARINA DE GUERRA DEL PERU

MANUAL DE PREVENCION Y CONTROL DE INCENDIOS

En cumplimiento con el Convenio Internacional de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar de 1978, y la enmienda 2010

Sección A-VI / 1-2

CONTENIDO

Capítulo 1
Introducción

1-1 General

El Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la gente de mar, 1978, enmendado en 1995, establece que es estrictamente imprescindible que todos los tripulantes de los buques que naveguen en aguas internacionales, cumplan con lo concerniente a la obtención de cuatro cursos básicos como uno de los requisitos mínimos de formación.

Entre los cuatro curso básicos se determina el curso de prevención y control de incendios, que es exigido desde el capitán hasta el último de los marineros.

La gran cantidad de accidentes a bordo se producen a causa de errores humanos, lo que motivó a la Organización Marítima Internacional a la revisión del convenio STCW 78, por el cual fue enmendado en 1995 y posteriormente en 2010.

El Código STCW - 95 establece requerimientos mínimos para toda la gente de mar. Los nuevos requerimientos entraron en vigor el 1 de febrero de 1997. Estos requerimientos de formación básica aplican, en particular, para aquellos quienes empiezan su entrenamiento después del 1 de agosto de 1998.

Nuevas amplias enmiendas a las reglas del Convenio de Formación, fueron acordadas por los gobiernos de en Manila 2010 y tienen por objeto garantizar que los estándares del Convenio de Formación permitan a los marinos continuar desarrollando y manteniendo sus habilidades profesionales. En particular, numerosos cambios se han introducido tomando en cuenta la evolución técnica que requieren nuevas competencias a bordo.

Las modificaciones del Convenio de Formación empezaron a aplicarse a partir del 1° de enero de 2012, fecha en que entraron en vigor.

1-2 Requisitos del STCW

La formación básica aplica para aquellos tripulantes de buques comprometidos en cualquier función de ese buque como parte elemental de las operaciones y con obligaciones especificas y designadas de seguridad y prevención de la contaminación. Hay cuatro elementos principales de formación básica que incluye:

1. **Técnicas de supervivencia personal**
2. **Prevención y lucha contra incendios**
3. **Primeros auxilios elementales**
4. **Seguridad personal y responsabilidad social**

1-3 Objetivo del curso

El Objetivo del Curso Técnicas de Supervivencia Personal es capacitar al participante con la finalidad del alcanzar el nivel de competencia requerido para asumir tareas, cometidos y responsabilidades establecidos en la Tabla A-VI/1-1 de la Sección A VI/1-2 del Código STCW 78-10. El Participante, al finalizar el Curso deberá:

Conocer las distintas fuentes de ignición existentes a bordo y las precauciones
Conocer la clasificación del fuego y los agentes extintores
Conocer los equipos contra incendio y su localización a bordo

Capítulo 2
La organización de la lucha contra incendios a bordo

Cuadro de Obligaciones y consignas para casos de emergencia
Es un documento obligatorio exigido por el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el mar (SOLAS) que debe exponerse en un barco en varios puntos visibles. Será de fácil comprensión, llevará instrucciones ilustradas en todos los casos posibles y estará redactado en un lenguaje que todos los tripulantes puedan comprender.

El Cuadro de Obligaciones es una lista de todas las tareas específicas de cada uno de los miembros de la tripulación durante las emergencias, así como las señales que anuncien que el buque se encuentra en cada una de las emergencias.

El Cuadro de Obligaciones consta de varias columnas. La columna primera, generalmente la de la parte izquierda, es la que contiene la relación de los tripulantes del buque. No aparecen los nombres ya que estos pueden variar, sino que aparecen números y cargos de los tripulantes. Es obligación de todo tripulante saber exactamente cual es el número que le corresponde en el Cuadro de Obligaciones.

Aún cuando los Cuadros de Obligaciones puedan ser diferentes de unos barcos a otros, en términos generales todos ellos contienen una información similar. A continuación se va a hacer una breve descripción de la información contenida en un Cuadro de Obligaciones de un buque de carga general.

A la derecha de la columna que muestra la relación de los tripulantes, aparece una columna con la distribución de funciones y las señales en caso de incendio. En el caso de incendio la señal es una sucesión de repiques de campana de duración no menor de 10 segundos suplementada con un sonido continuo de los timbres de alarma.

La señal de retirada de esta emergencia son 3 pitadas cortas con el pito del buque, suplementada esta señal con 3 sonidos largos producidos con los timbres de alarma.

La señal de llamada para ejercicios de contra incendios consiste en un aviso verbal previo a la tripulación y las señales serán las mismas que en el caso de llamada y de retirada de incendio.

En la distribución de funciones de cada uno de los tripulantes figuran sus tareas específicas a realizar en el caso de emergencia de incendios. Así, sólo a título de ejemplo, el 2do. Oficial tiene la obligación de poner la documentación y el dinero del buque en un lugar seguro y seguidamente se reportará al 1er. Oficial. Si hay heridos, practicará las curas necesarias y después se reportará al 1er Oficial.

Otro ejemplo, el Marinero No.2 tapará todas las entradas de aire, cerrando tapas y manguerotes de ventilación y cualquier otra abertura por la cual pueda llegar corriente de aire al incendio. Seguidamente manejará el extintor portátil No.1 a las órdenes del 1er Oficial.

Un ejemplo más. El Ayudante de Cocina tiene las siguientes tareas. Llevará al lugar del incendio el extintor No.8 cerrará las puertas y portillos de las cubiertas altas.

En el Cuadro de Obligaciones se establecen también las normas que hay que seguir en el caso de que se detecte un fuego e igualmente el procedimiento para disparar C02 en la sala de máquinas junto con los demás extremos de la operación contra incendios.

Igualmente aparece en el Cuadro de Operaciones las tareas específicas y las señales para el caso de que el buque se encuentre en peligro, tal como el que se le origina por una varada, colisión, un caso de mal tiempo que ponga en peligro al buque, etc.

También existe otra columna donde aparecen las señales y los deberes específicos en el caso de abandono de buque. Finalmente la última columna registra la distribución de los tripulantes en los botes salvavidas, dando las tareas específicas y el número del bote al cual hay que acudir.

Obviamente, todos los miembros de la tripulación deben estar totalmente familiarizados con sus obligaciones específicas en caso de emergencias y conocerlas sin tener que recurrir a leerlas cuando ha surgido la emergencia.

Capítulo 3
Ubicación de los equipos contra incendios y rutas de escape

3.1 Número y ubicación de bocas contra incendios

El número y ubicación de las bocas contra incendio serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío. Cualquier espacio de carga rodada o cualquier espacio para vehículos; en este último caso, los dos chorros alcanzarán cualquier punto del espacio, cada uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza. Además, estas bocas contra incendios estarán emplazadas cerca de los espacios protegidos.

Además en los buques de pasaje, en los espacios de alojamiento, de servicio y e máquinas, el número y la distribución de bocas contra incendios serán tales que se pueda cumplir lo prescrito en al párrafo anterior cuando estén cerradas todas las puertas estancas y todas las puertas situadas en los mamparos de las zonas verticales principales y cuando haya acceso a un espacio de categoría A para máquinas, en su parte inferior, desde un túnel de eje adyacente, fuera de ese espacio, pero cerca de la entrada del mismo, habrá dos bocas contra incendios. Si tal acceso es desde otros espacios, en uno de éstos habrá dos bocas contra incendios cerca de la entrada del espacio de categoría A para máquinas. No será necesario aplicar esta disposición cuando el túnel o los espacios adyacentes no formen parte de una vía de evacuación.

3.2 Número y ubicación de extintores portátiles

Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control estarán provistos de extintores portátiles de un tipo apropiado y en número suficiente a juicio de la Administración. En los buques de arqueo bruto igual o superior a 1,000, el número de extintores portátiles no será inferior a cinco.
Uno de los extintores portátiles destinados a un espacio determinado estará situado cerca de la entrada de dicho espacio.
No habrá extintores de incendio a base de anhídrido carbónico en los espacios de alojamiento. En los puestos de control y demás espacios que contengan equipo eléctrico o electrónico o dispositivos necesarios para la seguridad del buque, se proveerán extintores cuyo agente extintor no sea conductor de la electricidad ni pueda dañar el equipo y dispositivos.
Habrá un número suficientes de extintores portátiles de espuma o de dispositivos equivalentes situados de modo que no sea necesario recorrer más de 10 mts. para llegar a ellos desde ningún punto del espacio de que se trate, debiendo haber por lo menos dos en cada espacio, si bien no se exigirán más de lo provisto.

3.3 Sistema de rociadores y aspersores en los buques de pasaje

En los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros, todos los puestos de control, espacios de servicio y espacios de alojamiento, incluidos pasillos y escaleras, estarán equipados con un sistema automático de rociadores, de detección de incendios y de alarma contra incendios. En su lugar, los puestos de control en que el agua pueda dañar el equipo esencial

podrán ir equipados con un sistema fijo de extinción de incendios aprobado de otro tipo. En espacios con escaso o nulo riesgo de incendio, tales como espacios perdidos, servicios públicos, pañoles de almacenamiento de CO2 u otros similares, no es necesario que haya un sistema automático de rociadores.

3.4 Equipos de bombero (buques de pasaje)

Dos equipos de bombero y, además, dos juegos de equipo individual, cada uno de éstos constituido por los objetos estipulados en el Código de Sistemas de Seguridad Contra Incendios, por cada 80 mts. o fracción, de la eslora combinada de todos los espacios de pasajeros y de servicio en la cubierta en que se encuentren situados éstos, o, si hay más de una de esas cubiertas, en aquella en que la eslora combinada sea mayor. En los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros habrá dos equipos de bombero adicionales por cada zona vertical principal.

3.5 Rutas de escape

Todos los tripulantes tienen la obligación de conocer su ruta es escape tanto de la zona de alojamiento como del área de trabajo, el objetivo es poder salir de la manera más rápida y segura hacia las estaciones de embarco, para ello se debe tomar en cuenta la posible pérdida de energía y la consiguiente oscuridad, de igual forma si el suceso se produce de día o de noche.

En todos los casos existen dos caminos para llegar a las estaciones de embarco, Ud. debe conocerlos y ejercitarse para adquirir la destreza necesaria.

Capítulo 4
El triángulo del fuego

General

Cuando se inicia un incendio, el fuego continúa mientras exista algo que pueda arder. ¿Pero qué es lo que hace que se desencadene un fuego? ¿Por qué se extiende un incendio?

4.1 La química del fuego

La **OXIDACIÓN** es un proceso por el cual una sustancia se combina con el oxígeno, en este proceso, lo normal es que se desprenda energía en forma de calor.
A veces la oxidación es lenta, por ejemplo la oxidación del hierro o la perturbación de la madera. En otras ocasiones, la oxidación es ultra rápida; por ejemplo, en una explosión. El fuego es un ejemplo de una oxidación rápida, energía en forma de luz, llamas y de calor.

¿Como se desencadena un fuego?

Todas las sustancias del universo se encuentran en uno de los tres estados: sólido, líquido o gas (Vapor).
Las moléculas y átomos de los sólidos están directamente unidos y sujetos entre sí. En los líquidos, las moléculas y átomos están unidos, pero no tan firmemente. En un gas o vapor las moléculas pueden moverse libremente, pues las fuerzas de unión entre ellas son débiles.

Para que pueda existir una reacción de oxidación es necesario que las moléculas del cuerpo que se va oxidar estén totalmente rodeadas por moléculas de oxígeno. Esto no es posible en los sólidos ni en los líquidos, ya que sus moléculas están empaquetadas unas a otras y no es posible que las moléculas de oxígeno entren en el interior del sólido o líquido. Sin embargo, es muy fácil que el oxígeno rodee completamente a las moléculas de los gases. Por esta razón SÓLO LOS GASES (VAPORES) PUEDEN ARDER.

Sin embargo, cuando se calienta un sólido o un líquido, sus moléculas comienzan a moverse, cuando más calor se aplica, más rápidamente se mueven; si aplica suficiente calor, algunas moléculas rompen sus enlaces con otras moléculas separándose del cuerpo y formando un gas (vapor) que ya se encuentra en condiciones de oxidarse y por lo tanto, en condiciones de arder. Si se calienta hasta la temperatura de ignición y está presente suficiente oxígeno, el gas (vapor) se oxida rápidamente, originándose una combustión.

¿Qué es arder?

Arder es la rápida oxidación de millones de moléculas de gas (vapor). Al arder, las moléculas se rompen en átomos y estos se recombinan con el oxígeno formando nuevas moléculas. Durante la ruptura y recombinación de las moléculas es cuando se desprende energía en forma de calor y luz.

El calor que se desprende es "calor de radiación" que es energía pura de la misma clase que la radiada por el Sol. Se radia o viaja en todas las direcciones. Parte de esta energía calienta a la propia sustancia, es decir, al combustible. Esta radiación hace que el combustible desprenda más gas (vapor) y que la temperatura de este gas alcance su temperatura de ignición.

Al mismo tiempo, el fuego calienta el aire próximo, lo que crea una ligera depresión atmosférica con lo que llega más aire hacia las llamas. El resultado de todo, es que el gas (vapor) recién formado comienza a arder y aumenta el incendio.

4.2 Reacción En Cadena.

En un incendio hay una serie de reacciones encadenadas de forma que cada una de ellas influye sobre la siguiente que vuelve con más intensidad sobre la primera y así sucesivamente. Veamos esto en detalle.

Cuando está ardiendo un gas (vapor) se produce un calor. Este calor hace desprender más gas (vapor) y hace que este gas se incendie. Este incendio produce más calor que hace desprenderse e incendiarse nuevos gases, y así sucesivamente. Mientras haya combustible y oxígeno el fuego continuará creciendo, produciéndose más cantidad de llamas.

Una vez transcurrido un cierto tiempo, llega a estabilizarse la cantidad de gas (vapor) que el combustible es capaz de producir. Por más calor que se radie, el combustible ya no puede aumentar la cantidad de gases desprendidos. De esta manera se llega a alcanzar una velocidad de combustión mantenida. Normalmente el proceso que se mantiene se establece hasta que se ha consumido casi todo el combustible. Al ir éste agotándose, hay un momento en que se produce menos gas (vapor) que al quemarse libera menos calor que hace desprender menos gases con lo que el fuego se va amortiguando y finalmente se extingue. Si el combustible es líquido, normalmente se extingue completamente, si es sólido deja unos residuos en forma de brasas que pueden continuar conservando bastante calor durante algún tiempo.

Si el combustible es gaseoso se quema generalmente de forma más rápida e intensa que los sólidos y los líquidos, ya que no es necesario de calor alguno para calentar el combustible y pasarlo al estado gaseoso. Todo el calor se emplea en quemar más gas, con lo que el fuego es mucho más rápido e intenso. La combustión de los gases no deja ni brasas ni cenizas.

4.3 El Triángulo Del Fuego

Para que exista el fuego se necesitan tres cosas:

I. **COMBUSTIBLE**, que vaporice y arda
II. **OXÍGENO**, para que se combine con el combustible y;
III. **CALOR**, para que eleve la temperatura del gas (vapor) del combustible a su temperatura de ignición.

El triángulo de fuego ilustra tres requisitos, también muestra algunos hechos de importancia para el momento en que se trata de impedir o extinguir los incendios:

I. Si no están presentes los tres lados del triángulo, no puede iniciarse un incendio.
II. Si se hace desaparecer uno cualquiera de los lados del triángulo, el incendio se apaga.



4.4 El Tetraedro De Fueg

El triángulo de fuego de forma sencilla muestra los elementos que deben existir para que pueda existir un fuego. Sin embargo, no explica la naturaleza del fuego. De forma más particular, el triángulo no toma en cuenta el concepto de la "Reacción en Cadena" que tiene en las reacciones entre el combustible, el oxígeno y el calor.

El tetraedro de fuego representa mejor el proceso de la combustión, puesto que incluye la reacción en cadena como cuarto elemento de la combustión. En el tetraedro, una de las caras representa el **COMBUSTIBLE**, otra el **OXÍGENO**, el tercero el **CALOR**, y la cuarta la **REACCION EN CADENA**. No puede existir un tetraedro sin las cuatro caras, de la misma manera que no puede existir un fuego sin la conjunción de los cuatro elementos. En el estudio de tetraedro también se mantienen aquí los principios antes señalados para el triángulo pero convenientemente modificados:

I. Si no están presentes las cuatro caras del tetraedro, no puede iniciarse un incendio.
II. Si se hace desaparecer una cualquiera de las caras del tetraedro, el incendio se apaga.



Capítulo 5
Tipos y fuentes de ignición

Fumar descuidadamente

Es la mayor causa de incendios en el mundo, tanto a bordo como en tierra. Hay una temperatura muy alta - como en el momento de deshacerse de los cigarrillos, cigarros, pipa, ya consumidos, junto con las cajas de fósforos y encendedores.

Fumar es un mal hábito, pero en algunas personas es un hábito tan fuerte que llegan a prender un nuevo cigarrillo sin darse cuenta que lo están haciendo. Ciertas personas sienten una necesidad tan imperiosa de fumar que no tienen en cuenta la circunstancia o el lugar donde se encuentran, antes de encender la correspondiente llama, hay muchos fumadores que jamás han pensado que fumar es altamente peligroso, para su salud, y para otras muchas personas.

Deshacerse de los cigarros, cigarrillos y pipa ya acabados

Sus brasas encendidas tienen suficiente calor para hacer arder el papel, cartón, porciones pequeñas de madera, cabullería, ropa de cama, ropa personal, etc. Siempre que se vaya a arrojar un cigarrillo o cigarro o pipa; hay que usar ceniceros de material incombustibles. El fumador debe asegurarse que ha quedado total y perfectamente apagado, aplastando la brasa, deshaciéndola, o mejor aun, empapando la colilla en agua.

Los ceniceros deberán vaciarse únicamente cuando su contenido está totalmente apagado y no hay el menor riesgo de que quede una brasa por pequeña que sea. Deben vaciarse en contenedores o tinacos que también sean incombustibles.

Fumar en la cama

Es tan tremendamente peligroso que debe evitarse en todo tiempo y lugar. Después de un largo y cansado día de trabajo, fumar en la cama puede ser el mayor desastre. Puede iniciarse un incendio sólo con que la brasa de un cigarrillo justo toque la ropa de la cama tanto si es de fibras naturales como artificiales o combinación de ambas. Incluso el humo desprendido por este fuego puede producir la pérdida de conocimiento y asfixia del fumador antes de que se haya detectado el fuego.
Los riesgos de fumar en la casa sólo pueden evitarse siguiendo esta simple regla:
JAMAS FUME EN LA CAMA.

Fumar y beber (alcohol)

La persona que bebe tiende a ser descuidada. Si además está fumando, puede ser altamente peligrosa. Una persona que ha tomado unos tragos puede no dar importancia a un poco de brasa que le cae de su cigarrillo, cigarro o pipa. O puede que deje sus colillas encendidas en cualquier lugar. O deje su cigarrillo a medio quemar apoyado en el borde de un mueble. Todo esto puede ser el origen de un incendio de la mayor importancia.

Cuando una persona que tiene su cigarro prendido está algo - o muy - bebido, tiene que ser observado de cerca con el mayor cuidado. Todas las personas a su alrededor son responsables de que las acciones del fumador no amenacen al buque y a la tripulación.

Áreas de NO FUMAR
Las llamas o brasas pueden ser muy peligrosas en algunas zonas del buque. En estas zonas se tiene que saber a la perfección donde no se permite fumar y porque no se permite fumar.

Los visitantes al buque, los trabajadores portuarios, los vigilantes y demás gentes de tierra también tienen que cumplir la norma de no fumar en ciertas áreas. Es casi seguro que habrá que vigilar si lo cumplen y recordarse frecuentemente. **La gente de tierra puede no estar tan mentalizada como la de a bordo respecto de la seguridad contra incendios, ya que cuando el buque se hace a la mar ellos se quedan en tierra**. **Si se descubre un incendio, es la tripulación la que tiene el deber y la responsabilidad de combatirlo y extinguirlo.** Por esto, los tripulantes tienen que ser también responsables de lo que hacen los de tierra. En general, la mayoría de las personas cumplirán las normas de seguridad, pero si alguna no lo hace a pesar de habérsele advertido, el tripulante debe notificarlo inmediatamente a su superior.

Fumar en las bodegas o en las cubiertas a la intemperie
Fumar en las bodegas o en las cubiertas es una invitación al desastre, La carga general es particularmente vulnerable los incendios en las bodegas originados durante las operaciones de carga.
Tal fuego puede permanecer sin ser descubierto durante varios días, cuando el buque se encuentra en la alta mar. Para ese momento es probable que el fuego ya se haya extendido a otra carga, sea mucho más difícil su control y extinción. Para complicar más las cosas, hay puertos que no admiten a buques con fuego a bordo ya que carecen de los medios o de la experiencia para combatirlos.
La mejor manera de combatir los fuegos en las bodegas es impedirlos. Esto podrá lograrse extremando las medidas de seguridad, entre otras:

- Prohibir fumar en las bodegas en todo momento;
- Colocar abundantes avisos de No Fumar en las bodegas y áreas próximas;
- Supervisar las bodegas con el mayor cuidado y permanencia durante las operaciones de carga y descarga.

Fumar en la Sala de Máquinas o de Calderas
El departamento de máquinas de los buques contiene siempre cantidades importantes de productos derivados del petróleo, tales como el *fuel - oil* (*bunker*), aceite lubricante y grasa. Incluso los productos petrolíferos más pesados tienden a vaporizar y a mezclarse con el aire caliente que hay en la sala de maquinas o de calderas. No es difícil que un fósforo encendido o la brasa de un cigarrillo pueda provocar un fuego en estas áreas. Igualmente, una colilla que se tira descuidadamente o está mal apagada puede ocasionar un incendio cuando cae sobre trapos manchados o impregnados de aceite o diesel.

Los incendios de la sala de máquinas de los buques son difíciles de apagar y por supuesto muy peligrosos para las personas que allí se encuentran. Si el fuego es importante, es muy probable que haya una perdida de la potencia propulsora y quede el buque al garete, es decir, sin control, lo que puede ser extremadamente peligroso. Por todas estas razones, debe estar prohibido fumar en todo el departamento de máquinas.

Fumar en pañoles y talleres
Tiene que estar prohibido en espacios tales como los pañoles de pinturas, los pañoles de cabos, la carpintería, etc., pues contienen mucho material que puede entrar en ignición con un fósforo encendido o un cigarrillo prendido.

Combustión espontánea
La combustión espontánea, también llamada ignición espontánea, no siempre se le tiene debidamente en cuenta a bordo, lo que es muy peligroso ya que sabe que muchos de los materiales de uso más común a bordo pueden entrar en una peligrosa combustión espontánea.

Un ejemplo de una ignición espontánea que puede suceder fácilmente a bordo puede ser un trapo manchado e impregnado con un aceite vegetal o pintura y que se arroja en un rincón de un taller, o de un pañol o de la sala de máquinas. Esas áreas están calientes y hay poca ó ninguna ventilación. El aceite del trapo comienza a oxidarse reaccionando con el oxígeno del aire presente. Esta reacción desprende calor. Como hay poca o ninguna ventilación, el calor calienta el trapo y el aceite que éste contiene, con lo que se acelera la creación de oxidación que produce más calor y repite el proceso en un ciclo sin fin. Después de un cierto tiempo el trapo puede estar suficientemente caliente para que surjan las llamas que pueden extenderse a otros materiales próximos y ser el comienzo de un incendio importante. Este proceso puede ocurrir, y de hecho ha ocurrido a veces, sin que haya una fuente de calor externa

Materiales propensos a la combustión espontánea en el buque
Ya antes se ha mencionado que los trapos impregnados en aceite vegetal o pinturas pueden originar combustiones espontáneas. En estos casos, la prevención de incendios consiste principalmente en tener buenos hábitos de limpieza y orden.

Pero existen otros materiales que normalmente no producirán una combustión espontánea pero que en determinadas condiciones si pueden producirlas. La madera es uno de estos materiales.

La madera como las demás sustancias, tiene que calentarse para desprender gases inflamables que puedan arder. Por otra parte, la mayor parte de las tuberías de vapor de agua no tienen una temperatura tan alta como para quemar madera. Pero sin embargo, cuando un trozo de madera está en contacto con una tubería de vapor u otra fuente similar de baja temperatura, el efecto es que la madera se va convirtiendo en carbón vegetal, que arde a temperatura inferior a la de la madera y que el calor de la tubería de vapor puede incendiar. Aunque la transformación de madera a carbón puede tomar varios días, es muy fácil que el proceso pase inadvertido y sin que nadie se de cuenta hasta que surgen los primeros signos del incendio ocasionado.

La manera de impedir este tipo de fuegos es mantener los materiales combustibles bien alejados de las fuentes de calor. Si esto no es posible, hay que proteger las sustancias combustibles mediante materiales aislantes del calor.

Materiales propensos a la combustión espontánea en la carga

Muchas sustancias que se transportan como cargamento en los buques pueden sufrir la combustión espontánea. La combustión tiene lugar por la interacción química de dos o más sustancias de las que una de ellas es frecuentemente el aire o el agua.

El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG) de la OMI, considera peligrosas este tipo de mercancías y ofrece abundantes detalles de las preocupaciones que hay que tomar con este tipo de sustancias en lo que se refiere a su embalaje, estiba a bordo y separación de otras. También existen normas nacionales de ciertos países con los mismos fines de seguridad.

Algunas cargas combustibles

El cloro reacciona voluntariamente si entra en contacto con ciertos metales o sustancias orgánicas. El sodio y el potasio reaccionan fuertemente con el agua. Algunos metales cuando se presentan en polvo, como el magnesio, titanio, calcio y circonio se oxidan rápidamente en el aire en presencia de humedad y desprenden calor que en ocasiones es suficiente como para que ardan.

Aunque las virutas metálicas secas no son propensas a la combustión espontánea, cuando estas partículas metálicas están manchadas de aceites es muy fácil que lleguen a producir una combustión espontánea. Esto es debido a que la oxidación del aceite es muy fácil que llegue a producir una combustión espontánea. Es muy frecuente que los buques que transportan estos cargamentos, al abrir las bodegas para descargar y permita el ingreso de aire y entre ligeramente el oxígeno, produciendo fuertes llamaradas.

Los carbones pueden arder espontáneamente dependiendo del contenido de la humedad, de si están en partículas o en bloques, y de otras causas.

Hay muchas mercancías que pueden arder espontáneamente: harina de alfalfas; carbón de madera; aceite de hígado de bacalao; lienzos; compuesto de harina de maíz; harina de pescado; aceites de pescado; aceite de linaza; telas; aceitados; etc.

Una buena norma para prevenir las combustiones espontáneas es separar los materiales fibrosos de los aceites.

Equipo eléctrico y circuito defectuosos

La electricidad es una excelente fuente de energía para muchas aplicaciones, pero siempre y cuando los equipos y los circuitos estén adecuadamente aislados y protegidos. Sin embargo, si los equipos eléctricos se usan incorrectamente, o sus conductores han perdido aislamiento o hay excesivo desgaste, se convierten en serios peligros de incendio. El material eléctrico debe instalarse, probarse y repararse siguiendo estrictamente las normas de seguridad y sólo por personal capacitado.

Equipo Eléctrico

El equipo eléctrico fijo abordo está sometido a mucho desgaste. El aire sálico causa corrosión, la vibración del buque rompe el aislamiento y piezas del equipo. Como resultado de esto, el equipo eléctrico o sus conductores pueden producir chispas que son excelentes fuentes de ignición si en las proximidades hay gases inflamables.

El equipo eléctrico que se instale en los buques detiene que ser de diseño especial. Hay que darle un adecuado mantenimiento. Solo debe usarse para lo que se ha diseñado. Es preciso consultar siempre que haya la menor duda de su uso o funcionamiento.

Cables y Fusibles
El aislamiento de los cables eléctricos, en especial el de los cables y conexiones que se usan para máquinas; herramientas portátiles (taladores, esmeriladoras, etc.) con el tiempo se hacen quebradizos y se rompen, bien por mal uso o por inapropiado trabajo o por la vibración de buque. Si por la causa que sea, el aislamiento desaparece, quedan los cables o contacto desnudos puede hacer un arco con cualquier otro objeto metálico de a bordo. Si los dos cables sin aislamiento se llegan a tocar, se produce un cortocircuito. En cualquier caso se produce una chispa, que la mayoría de los casos tiene suficiente energía como para iniciar una combustión si hay gases inflamables.

A veces se funden los fusibles o saltan los *breakers*. Desgraciadamente, también hay veces en que se ponen fusibles mucho mayores o *breakers* inapropiados. Uno y otros dejan pasar más corriente que la debida y puede llegar a calentar todo el circuito. Ha habido casos en que toda la instalación comienza a arder y junto con ella, los materiales inflamables de las proximidades.

Para prevenir fuegos por estas causas hay que reemplazar inmediatamente los cables y contactos que hayan perdido el aislamiento y también hay que colocar únicamente los fusibles y *breakers* de las dimensiones eléctricas apropiadas a sus circuitos.

Sobrecargas eléctricas
A veces, en camarotes y depósitos, de una sola toma de corriente del mamparo se sacan tomas para aplicaciones individuales, como radios, abanicos, toca cintas, planchas, calentadores, televisión, etc. Esto puede ser peligroso porque los cables de cada toma corriente están calculados para la determinada carga eléctrica. Si se sobrepasa de este valor de los cables se calientan pudiendo llegar a quemarse, comunicando su calor a materiales combustibles que pueda haber en las proximidades y originando un incendio.

Focos de luces eléctricos sin protección
El calor que desprende un foco eléctrico puede quemar materiales combustibles que estén en contacto con el foco. Ha habido incendios en buques porque debido a los balances, las cortinas de material sintético entraron en contacto con el foco e iniciaron una ignición, con graves consecuencias.

En las cubiertas que están a la intemperie, hay veces que los focos están protegidos por una funda plástica o lona, lo cual es una excelente medida de protección cuando tales focos están apagados. Pero si se deja la funda con el foco encendido, es muy probable que el calor de la lámpara llegue a quemar la funda.

Parecidos comentarios merecen las lámparas portátiles que se usan para iluminar un trabajo en una zona de poca luz. Estas luces portátiles desprenden calor. También pueden caerse, especialmente cuando hay mal tiempo, de forma que el filamento del foco puede hacer saltar una chispa con otra parte metálica del buque.

Motores eléctricos
Los motores eléctricos son una frecuente causa de incendios a bordo. Cuando un motor eléctrico no recibe su adecuado mantenimiento o cuando trabaja mas allá de su capacidad o de su vida útil, es muy probable que origine problemas.

Los motores eléctricos necesitan inspecciones regulares, pruebas, lubricación y limpieza. Si una de sus bobinas se cortocircuita o tiene una derivación a masa puede hacer que los cojinetes del motor se recalienten. En cualquier caso, es una fuente de ignición, que según las circunstancias puede ser el origen de un incendio importante.

Electricidad estática
La electricidad estática es una fuente ignición de la mayor importancia, especialmente en los buques tanques. Es especialmente peligrosa porque no es fácil saber cuando hay cargas eléctricas con condiciones suficientes como para hacer saltar una chispa.
La electricidad estática se genera por la acumulación de cargas eléctricas originadas por el rozamiento de dos sustancias. En los buques tanques las sustancias que rozan son el producto que carga o descarga por un lado y las tuberías, válvulas, bombas y tanques por otro.

La mejor manera de prevenir la acumulación de cargas electrostáticas es conectar eléctricamente las instalaciones del muelle y el buque.
Algunos productos, como por ejemplo, los combustibles para los reactores de aviación generan más electricidad estática que otros. Si hay partículas de agua suspensión en el seno del producto, la posibilidad de que se produzcan chispas electrostáticas es aún mayor. Una buena práctica de seguridad es comenzar la operación de carga o descarga a poca velocidad para permitir que el agua se sedimente en el fondo del tanque.

Otra práctica de seguridad es no emplear elementos para toma de muestras del producto, o para conocer su nivel en el tanque que sean metálicos, ya que existe la posibilidad de que salte una chispa desde ese elemento hacia dentro del tanque. Este tipo de equipo debe ser de una sustancia no conductora de la electricidad, como por ejemplo el plástico.
Otra práctica de seguridad es no tomar muestra alguna del tanque hasta pasados 30 minutos desde que se acabo la operación. Este tiempo permite que la posible electricidad estática se disipe.
Finalmente, la electricidad estática se genera muy fácilmente si los productos entran en los tanques salpicando contra el fondo y paredes.

Sala de Máquinas
Las salas de máquinas son zonas muy vulnerables a los riegos eléctricos. Un goteo de agua de una tubería de agua de mar que caiga sobre equipo e instrumentos eléctricos puede dar lugar a severos cortocircuitos, con las consiguientes chispas. Aún más serio puede ser el goteo por pérdida de una tubería de combustibles o aceite lubricante que caiga sobre zonas calientes o sobre equipo eléctrico.
La mejor manera de prevenir este tipo de riegos es la constante vigilancia y corrección de goteos y fugas.

Carga de Baterías
Cuando se ponen baterías a cargar, descargar, desprenden hidrógeno, que es un gas altamente inflamable. Una mezcla de aire con una cantidad de hidrógeno que va desde un 4.1% a un 74.2% en volumen, es potencialmente explosiva. El hidrógeno es más ligero que el aire y por lo tanto tiende a ascender. Si no hay ventilación, el hidrógeno se va concentrando en la parte más alta del recinto donde se encuentran las baterías. Si no hay ventilación apropiada, el hidrógeno se va concentrando en la parte más alta del recinto donde se encuentran las baterías. Si surge una fuente de ignición se producirá de inmediato una explosión.
La mejor manera de impedir este riesgo es ventilar adecuadamente el espacio donde se encuentren las baterías, así como prohibir estrictamente fumar y no permitir ninguna máquina de trabajos que produzcan chispas o excesivo calor.

Pañoles y depósitos
No es extraño que a bordo, por las prisas o apuros al recibir las provisiones se guarden en los pañoles y depósitos en forma "provisional", esperando para un momento posterior la adecuada estiba de dichas provisiones. Desgraciadamente, hay veces en que ese momento posterior nunca llega y el buque se hace a la mar con sus enseres y provisiones mal estibadas. Cuando comienzan las cabezadas y balances, los objetos se caen, se golpean, se mezclan, a veces rompen circuitos o focos eléctricos, o incluso tuberías en las que se producen fugas. Todo este desorden es una excelente invitación para que se produzcan inicios de incendio, que por la naturaleza de la mayoría de las cosas que se guardan en los pañoles de los buques, es muy fácil que alcancen serias proporciones.
El mejor remedio es ser siempre muy previsional. Hacer las cosas de inmediato, desconfiando de las prisas, recordando siempre el dicho: "Cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa".

Cocina
En la mayoría de los buques la cocina y sus próximas dependencias son siempre lugares muy ocupados. Suele haber mucha actividad, hay varias personas trabajando en un lugar no muy grande, hay llamas o al menos abundante calor, acumulaciones de grasas y otras materias combustibles. En resumen, la cocina es siempre un lugar peligroso.

Energía para cocinar
La energía más habitual en las cocinas es la electricidad. A veces se alimentan las estufas con *diesel oil*, aunque esto es mucho menos frecuente. En buques pequeños es normal cocinar con gas butano o propano.

Los equipos eléctricos de la cocina están sujetos, como mínimo, a las mismas precauciones que los demás equipos eléctricos, aunque su fácil contacto con agua los convierte en más peligrosos.

Cuando se usan combustibles líquidos, todo el personal de cocina debe estar muy atento a posibles fugas de tuberías y acoplamientos, producidas por mal manejo, por daños causados por elementos que caen sobre ellos o por otras causas. Si se descubre una perdida de combustible, hay que cerrar de inmediato las válvulas de entrada, notificar la avería y repararla por personal competente antes de reanudar su uso.

Estufa

Las estufas son un doble peligro. Su calor puede producir un incendio en la cocina. Su combustible puede aumentar un incendio originado en otro lugar. El personal de cocina debe ser muy cuidadoso cuando trabaja cerca de la estufa. Si no es así pueden fácilmente arder paños, toallas, trapos o papel. Nunca debe depositarse material de ninguna clase encima de una estufa. Cuando el buque se encuentra en el mar deben usarse siempre las correspondientes barras.
Las estufas deben estar siempre en buenas condiciones de funcionamiento con las luces pilotos en orden de modo que se sepa desde lejos cuando están conectados los quemadores. También deben estar dotados de seguros para impedir que salga combustible por los quemadores.

Freidoras
Son muy usadas en las cocinas de los buques y son otra fuente de posibles fuegos. Hay que usarlas con precaución y con supervisión. Las freidoras deben estar bien sujetas a partes fijas del buque impidiendo que se deslice cuando el buque dé balances o cabezadas. Nunca deben ponerse alimentos húmedos en una freidora caliente. Su cestillo no debe llenarse demasiado para que el aceite no rebose y se salga. Nunca debe dejarse una freidora en operación sin la correspondiente atención del personal de cocina asignado.

Limpieza de la cocina
Las actividades de la cocina, como antes se ha dicho, generan abundante grasa y están próximas a violentos focos de calor, todo lo cual está muy cerca del incendio. La mejor manera de prevenirlo y evitarlo es extremar la limpieza y el orden con los desperdicios y deshechos.
A veces hay excesiva acumulación de grasa en las estufas, especialmente en la campana de humos, filtros y extractores. Si por cualquier razón entran estas zonas en combustión, es fácil que el fuego se propague a través del extractor hasta otros recintos.

Toma de combustible para el buque
El combustible para el buque se almacena en tanques del doble fondo, ó en otros tanques, así como en algunos más reducidos en la sala de máquinas. Estos tanques pueden almacenar miles de toneladas de combustible, según el tamaño del buque y su viaje. Los combustibles más usados a bordo son: El *fuel - oil* número 6: el *bunker* C; y el *diesel oil.* Tanto el *fuel - oil* como el *bunker* C son combustibles muy pesados y viciosos que necesitan calentarse antes de poder quemarse. Sus puntos de Inflamación son de unos 66 grados C y las temperaturas de ignición oscilan entre los 370 y 407 grados C. El diesel *oil* no necesita precalentamiento. Su punto de inflamación es de 43 grados C y su temperatura de ignición alcanza los 260 grados C.
Durante la toma de combustible no hay un peligro especial de incendios si no hay fallos o no se cometen errores. Pero hay que olvidar que ese combustible desprende gases que son altamente inflamables.

Un riesgo es el rebose del tanque donde se está metiendo combustible. En este caso, el combustible sube desde del tanque por la tubería de la toma y sale por el tubo de aireación, desparramándose por la cubierta. Ha y que estar muy atento para que no haya reboses, tomando cuantas medidas sean necesarias, comprobando constantemente, repitiendo cálculos y no abandonando la operación. Pero si a pesar de todo el tanque llega a rebosar, hay que poner en marcha una

rutina de control de llamas, chispas, fumar, evitar el derrame al mar, etc. según los procedimientos de a bordo.

Otros riegos son las fugas en las tuberías y mangueras que se están usando. Si la fuga es pequeña, la presión del líquido dentro de la tubería tiende a que el combustible salga pulverizado, con lo que gasifica rápidamente con el consiguiente peligro de ignición. Las fugas en la línea de combustible son especialmente peligrosas si se encuentran próximas tuberías de vapor, motoras, eléctricas, panales eléctricos y equipo parecido.

Áreas de Sentinas

Los fuegos en las sentinas son causados por una excesiva acumulación de productos petrolíferos procedentes de fugas y perdidas de tuberías. Estos productos vaporizan fácilmente y los gases se acumulan en el espacio de sentinas donde se mezclan con el oxígeno del aire. A partir de este momento, un fósforo mal apagado, una colilla encendida descuidadamente arrojada, una chispa cualquiera, producirán un incendio. Los fuegos de las sentinas se propagan muy fácilmente y no son fáciles de controlar.

Para prevenir estos incendios hay que inspeccionar las sentinas cuidadosa y frecuentemente. Si se observa mucho aceite o combustible quiere decir que hay alguna fuga que localizar y reparar.

Reparaciones que requieren soldadura y corte por calor

Estas reparaciones son muy frecuentes a bordo y siempre son muy peligrosas ya que la llama de la soldadura de gas o el arco de la soldadura eléctrica alcanzan más de 3,000 grados C. Además del calor, los trabajos de soldaduras y corte producen muchas chispas que son también muy peligrosas.

En estos trabajos pueden originarse incendios por las siguientes causas:

- No prever una guardia de contra incendios en las áreas inmediatas, sin otro que hacer que la vigilancia hasta varias horas después de acabados las reparaciones.
- No haber retirado todos los materiales combustibles de los alrededores o no haberlos protegido o aislado del calor.
- Haber comenzado a soldar cerca de masas de polvo o gases combustibles.
- No haber situado el equipo contra incendios apropiado en las proximidades de los trabajos.
- No haber tomado todas las precauciones con el propio equipo de soldadura para que no se produzcan llamas o chispas de forma incontrolada.

Medidas de seguridad en el caso de trabajos de soldaduras o corte a bordo.

- Observar cuidadosamente las normas de seguridad de tipo internacional.
- Observar cuidadosamente las normas de seguridad de tipo nacional y local.
- Observar cuidadosamente las normas de seguridad dadas por la compañía.
- Usar únicamente equipos de soldadura en perfectas condiciones.
- El equipo de soldadura solo debe ser manejado por operadores perfectamente calificados y entrenados.
- Planificar perfectamente el desarrollo de todo el trabajo, medidas de seguridad, avisos, etc., bajo la supervisión de Oficial encargado.

Capítulo 6
Materiales inflamables, riesgo y propagación del fuego

6.1 Materiales Inflamables

6.1.1 Combustibles sólidos

Los combustibles sólidos más comunes son las maderas, papel y los tejidos. Se encuentran abundantemente a bordo en forma de cabullería, lonas, madera de estiba, mobiliario, paneles de madera en mamparos de camarotes y comedores, colchones y ropa de cama, trapos de limpieza y otros. La pintura de mamparos es también combustible sólido. En lo que se refiere a cargamento, los buques pueden llevar una amplía variedad de combustible sólidos en sus bodegas, tales como carbón, granos, algodón y fibras, otras mercancías embaladas con madera y cartones, ciertas chatarras y muchos otros. También pueden ser combustibles sólidos ciertos metales como el magnesio, sodio y titanio.

6.1.1.1 Velocidad de combustión

La velocidad de combustión de un combustible sólido depende de su configuración. Si está en polvo o en virutas arde mucho más rápidamente que si está en forma de bloques. Esto se explica porque cuando un combustible sólido está dividido en pequeños trozos puede absorber mucho mas rápidamente el calor y vaporizará mas rápidamente.

Una forma especial de combustibles sólidos finamente divididos en partículas son las nubes de materiales combustibles, por ejemplo, las nubes de polvo producidas por un cargamento de cereales (trigo, maíz, soya, etc.). Cuando una de estas nubes alcanza la temperatura apropiada arde muy rápidamente, a veces pareciendo una explosión como ha sucedido en buques que estaban cargando o descargando grano.

6.1.2 Combustibles líquidos

Los que siempre se encuentran a bordo son. *Fuel - oil* (*bunker*); *Diesel - oil*; aceite lubricante; grasas; queroseno; pinturas con base de aceite; disolventes de pinturas. Los cargamentos líquidos combustibles son los petróleos crudos, los productos derivados del petróleo y los productos químicos. También deben incluirse los gases licuados entre los líquidos inflamables.

6.1.2.1 Vaporización

Los combustibles líquidos desprenden gas (vapor) a una velocidad superior a los combustibles sólidos ya que las moléculas de los líquidos están más sueltas que las de los sólidos. Además de esto, los líquidos pueden desprender gases en un gran rango de temperaturas. Por ejemplo, la gasolina comienza a desprender gases inflamables a la temperatura de 43 grados C. Esto significa que la gasolina es siempre peligrosa a las temperaturas de ambiente. Si a pesar de esto se calienta gasolina, desprende gases en mucha mayor cantidad.

Los combustibles líquidos más pesados que la gasolina, son: el *fuel - oil* o los aceites lubricantes, sólo desprenden gases si se los calienta. Por ejemplo, ciertos lubricantes sólo llegan a incendiarse si están a temperaturas de 204 grados C. Debe tenerse en cuenta que esta temperatura, aunque no es una temperatura ambiente, es muy baja en

caso de incendio, por lo que los combustibles líquidos pesados, entran rápidamente en ignición cuando se encuentran dentro del alcance del calor normal producido por un incendio.

El gas (vapor) que desprende un combustible líquido es mas pesado que el aire, lo que convierte a ese gas en un importante peligro. El gas inflamable se desplaza buscando los lugares más bajos, no se disipa fácilmente y llega a desplazarse hasta distancias considerables del combustible líquido que los produjo. Si en ese desplazamiento encuentra una fuente de ignición, como por ejemplo, una chispa eléctrica producida por un motor eléctrico, o por un interruptor no protegido, inmediatamente surgirá la combustión en forma de explosión.

Cuando rebosa un tanque de un combustible líquido, o se produce una pérdida en una tubería o manguera, el líquido derramado se extiende normalmente por una gran superficie. Inmediatamente comienza a desprender mucho gas inflamable que se mezcla perfectamente con el oxígeno. Si aparece una fuente de ignición, surgirá la combustión generalmente en forma violenta y extendida.

6.1.2.2 Combustibles gaseosos

A bordo suelen ser el acetileno, empleado en la soldadura de gas, y los gases propano y butano que frecuentemente son para usos domésticos en los buques.

6.1.2.3 Velocidad de combustión

Los combustibles gaseosos ya están en estado gaseoso. Para arder sólo necesitan mezclarse con el oxígeno y la fuente de ignición. En la mayoría de los casos es muy probable que el oxígeno del aire esté muy próximo al gas. Por esta razón, los gases inflamables siempre representan un peligro importante.

6.2 Propagación Del Fuego

6.2.1 General

Cuando se llega a combatir un fuego en forma anticipada y eficiente es fácil que el fuego quede reducido al lugar donde se inicio. Pero si se deja que el fuego arda sin control puede generar grandes cantidades de calor que se radiarán a otras áreas dando lugar a nuevos fuegos en todos los lugares donde haya combustible y oxígeno.

En los barcos hay mucho combustibles y mucho oxígeno, los mamparos y cubiertas de acero detienen la radiación de calor pero no completamente. Si el Fuego ha crecido lo suficiente, el calor puede llegar a extenderse en busca de nuevas zonas combustibles originando nuevos incendios y así sucesivamente.

El calor que produce un incendio se transfiere hacia otras sustancias por una o más de las siguientes tres formas:

6.2.2 Conducción

Conducción es la transferencia de calor a través de un cuerpo sólido, Por ejemplo en una estufa, el calor se transmite desde el quemador hacia lo que se está cocinando, pasando a través del metal de las ollas o sartenes. Las diferentes sustancias tienen diferente capacidad de

transmitir el calor. La madera, por ejemplo, transmite mal el calor. Los metales son excelentes conductores del calor, la mayoría de los buques son metálicos por lo cual la transmisión de calor por conducción es siempre una peligrosa posibilidad. El fuego puede trasladares de una bodega a otra, de una cubierta a otra, de un compartimiento a otro, por el sistema de conducción.

En muchos casos, la correcta aplicación de agua, especialmente en forma pulverizada (niebla), llegará a parar o retrasar la conducción del calor, ya que el agua absorberá parte del calor. Para esto es mejor el agua pulverizada que el agua en un chorro compacto, ya que las pequeñas gotitas del agua en forma de niebla ofrecen una mayor superficie para absorber calor. Además de esto, al usar la niebla se ahorra mucha agua.

6.2.3 Radiación

La radiación de calor es la transferencia de calor desde un foco de calor a través de un espacio intermedio desprovisto de toda sustancia material. El calor se desprende desde el fuego de igual manera que la luz, en la línea recta. Cuando llega a un cuerpo, parte de este calor se absorbe, otra parte se refleja y otra tercera parte se transmite. El calor absorbido hace aumentar la temperatura del cuerpo que lo absorbe. Un ejemplo es el calor del sol que llega a la tierra a través de inmenso espacio vacío entre ambos.

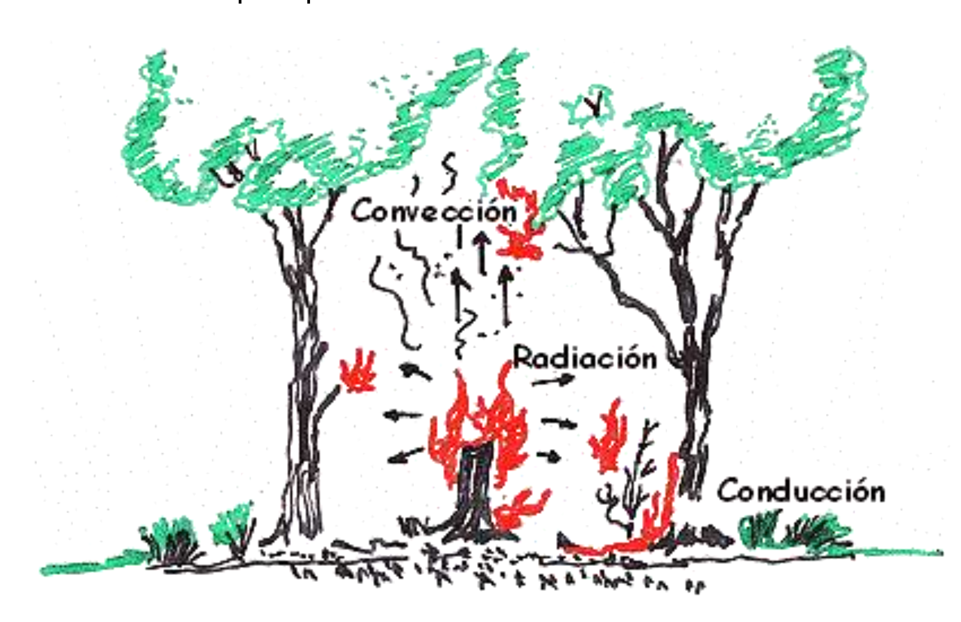
Si no hay barreras, el calor se radia en todas las direcciones. El calor radiado contribuye a que los fuegos se extiendan calentando el combustible que se encuentren dentro de la trayectoria de radiación.

En los buques, el calor radiado hará aumentar la temperatura de los materiales combustibles que se encuentren en las proximidades del fuego, o incluso a distancias no muy pequeñas, según el diseño del buque. Cuando el calor radiado es muy intenso puede ser difícil acercarse al incendio. Por esta razón las personas que están luchando contra el incendio deben vestirse con una indumentaria especial y reducir el calor que les llega mediante el uso de niebla de agua u otros procedimientos.

6.2.4 Convección

Convección es la transferencia de calor por medio del movimiento de la sustancia calentada, tal como el movimiento del humo, del aire caliente, de los gases calentados por el propio incendio o de masas de hollín ardiendo que se desplazan por el aire.
Cuando el fuego está confinado, como suele suceder en los buques, el calor se desplaza por convección según unas trayectorias más o menos previstas. El fuego produce gases más ligeros que el aire que ascienden hacia las partes más alta del buque. Lo mismo le sucede con el aire caliente y con el humo. El espacio que dejan libre estos productos calientes es rellenado por una corriente de aire fresco que pronto llega a calentarse y que al igual que al principio, también asciende. Cuando al ascender se han apartado lo suficiente del fuego, comienzan a enfriarse, con lo que se hacen mas pesados y de nuevo descienden. Esta subida y bajada del aire y demás productos gaseosos de la combustión se conoce con el nombre de "Ciclo de Convección".

El calor que se produce en un incendio de una cubierta superior o en una cubierta inferior o en una sentina se traslada horizontalmente hasta encontrar una salida hacia arriba, mediante una escotilla o escala. En el recorrido, este calor podrá incendiar todos los cuerpos combustibles que encuentre a su paso. Lo ideal sería tener los medios de dirigir este calor hacia la atmósfera en la forma más rápida posible, pero desgraciadamente esto es casi imposible, en la mayoría de los fuegos. En cuanto se descubre un fuego hay que intentar cerrar lo antes posible todas las aberturas del espacio donde se encuentra el fuego hasta que llegue el personal y equipo de apropiado para combatir el fuego. En general, es una buena norma de seguridad mantener puertas y escotillas cerradas siempre que no se estén usando.



6.3 Punto de inflamación

El "Punto de Inflamación" de un combustible líquido es la temperatura a la que el líquido desprende suficiente gas (vapor) para crear una atmósfera inflamable justo encima de la superficie del líquido.

Por "Atmósfera inflamable" se entiende la mezcla de gas inflamable y aire, tal que solamente puede arder cuando se la somete a una fuente de ignición (chispa, llama, etc.) pero que no puede mantener una combustión continua por sí misma.

La combustión continua se puede mantener cuando el líquido se caliente a una temperatura ligeramente superior a la del Punto de Inflamación, conocida de "Punto de Combustión".

6.4 Temperatura de Ignición

La Temperatura de Ignición de una sustancia sólida, líquida o gaseosa es la temperatura mas baja a la que dicha sustancia entrará en combustión sin que haya que hacerla arder mediante una chispa o llama. Las temperaturas de ignición varían mucho según las diferentes sustancias. Incluso para la misma sustancia puede variar su valor según se presente, es decir, en bloques, en polvo, en virutas, etc. Para los combustibles más comunes, como la madera,

gasolina, etc. Las temperaturas de ignición comienzan desde los 150 grados C en adelante.

Capítulo 7
Necesidad de vigilancia constante

Debe recordarse que prácticamente todo incendio es previsible. Aquel que mantenga su buque en óptimas condiciones de navegación (limpieza de las sentinas y el orden en el almacenamiento del equipo), reduce las posibilidades de incendio, pero esto requiere una vigilancia constante; no bien se advierta una circunstancia anormal, que pueda contribuir a la producción de un incendio, la misma ha de ser corregida, en lo posible, definitivamente.
Una importante función del servicio de vigilancia realizado por personas es la detección y alarma de incendios, es decir, análoga a la del sistema automático. La mayor diferencia entre el sistema de personas y el automático radica en como se hace la vigilancia.

Deberes de vigilancia a bordo en materia de contra-incendios
Aunque un vigilante a bordo puede tener otras obligaciones específicas, nos referimos únicamente a las relaciones con la detección y alarma de incendios.
Los vigilantes deben recibir instrucciones detalladas de sus obligaciones y cumplirlas a la perfección. Es necesario instruirles que su deber fundamental es transmitir la alarma en caso de incendio, incluso sin ver el fuego, sólo mediante la presencia u olor del humo. Ha habido ocasiones en que se ha desperdiciado un tiempo precioso cuando el vigilante ha caminado hasta el puente de navegación a reportar la alarma en lugar de activarla desde una caja de fuego.

Todos los tripulantes deben cooperar con la prevención de los incendios
Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- La presencia de señalización en buen estado
- Cumplimiento de la señalización
- Integridad de los extintores portátiles
- Integridad de las estaciones contra incendio
- Verificar que los equipos contra incendio no se encuentren obstruidos
- Verificación del orden y limpieza
- Observar las conexiones eléctricas y el uso de equipos normalizados
- Observar goteras de aceite y combustible
- Observar el orden en la cocina
- Evitar las sobrecargas de las líneas eléctricas
- Evitar la acumulación de combustible o desechos impregnados de combustible
- Verificar que no se han dejado abandonadas colillas y cerillas encendidas
- Por ningún motivo deberían utilizarse aparatos personales de calefacción.
- Todos los aparatos eléctricos portátiles deberían estar desconectados de los conductores principales cuando no se utilicen.
- No deberían instalarse antenas privadas en la proximidad de las antenas del buque.
- El secado de prendas de vestir debería hacerse con cuidado, y éstas no deberían colgarse nunca directamente encima ni cerca de los aparatos de calefacción, ni ponerse a secar en la sala de máquinas.

Capítulo 8
Acciones que se deben tomar a bordo

8.1 General

Los incendios en los buques son los incendios más difíciles de controlar debido a la gran variedad de combustible que hay a bordo y a los muchos productos de combustión que pueden entorpecer las operaciones contra incendios.

Además de esto, el diseño del buque complica enormemente la extinción. Por ejemplo, cuando el fuego está localizado en un departamento bajo cubierta, está rodeado por mamparos y cubiertas de acero, este incendio es difícil, si no imposible, de alcanzar, combatir y ventilar.

También puede ser imposible alcanzar los materiales que están ardiendo en la parte inferior de una bodega de carga ya que tendría que ser retirado todo lo que está estibado por encima, lo que puede ser prácticamente imposible, especialmente si el buque está en la mar.

Una pregunta importante es ¿cómo debe la tripulación atacar incendios en una localización determinada en un barco?
Parte de esta respuesta se ha venido brindando en los capítulos anteriores y parte se dará en el presente capítulo. Pero siempre habrá una parte que quedará a la iniciativa y al conocimiento de la tripulación en cada caso específico. No existe una colección de respuestas que valgan para todos los buques y para todos los casos. Cada buque y cada caso tienen características especiales ante las cuales deben adaptarse todos los conocimientos y experiencias.

8-2 Activación de la alarma

El miembro de la tripulación que descubra el fuego, o a la indicación de que existe un fuego, debe activar la alarma o reportar el fuego con toda rapidez. Un retraso en esto puede ocasionar que un fuego pequeño llegue a ser un fuego grande. Una vez que un fuego gana intensidad se extiende muy rápidamente.

Todos los fuegos deben ser reportados a los superiores, incluso aquellos fuegos pequeños que llegan a extinguirse por sí mismos. Cada fuego debe ser investigado para descubrir cuales han sido los defectos o las fallas que han permitido que surja ese fuego para corregirlas y para que no vuelvan a aparecer en el futuro.

8-3 Localización del incendio

El miembro de la tripulación que activa la alarma o que reporta el fuego debe estar seguro de dar la posición exacta del incendio, proporcionando todos los detalles para poder localizarlo perfectamente. Esto es importante porque, en primer lugar, confirma la existencia y localización del fuego para conocimiento de la cuadrilla contra incendios del barco. Segundo, porque da una información relativa al tipo de fuego y por lo tanto al tipo de agente extintor. También porque la localización exacta del incendio indica la necesidad de cerrar los sistemas de ventilación ya que, de no hacerlo, pueden reactivar el fuego. Finalmente, porque indican las respuestas y las escotillas que deben cerrarse para aislar el incendio.

8-4 Medidas de precaución

Si se han visto llamas es fácil saber donde se encuentra el fuego. Sin embargo, si solamente se ha detectado humo, el fuego puede estar más allá de un mamparo o de la puerta de un compartimento.
Por lo tanto, antes de determinar exactamente donde está el fuego hay que tomar en cuenta ciertas precauciones.

Antes de abrir una puerta, para verificar la existencia de fuego, hay que examinar cuidadosamente la puerta. Si se nota la pintura decolorada o quemada, es señal que el fuego está detrás de la puerta. Si el humo está saliendo por las grietas o ranuras de los cierres de la puerta, también es una indicación de fuego. Si al tocar el mamparo o la puerta con la mano desnuda se siente un calor superior al normal, es señal de que en el otro lado existe un incendio.

Una vez de que se ha localizado el fuego, no debe abrirse la puerta hasta que esté dispuesta una manguera cargada. Un fuego que está ardiendo en un espacio cerrado consume el oxígeno que hay dentro de ese espacio. El fuego busca más oxígeno y una puerta abierta representa una generosa posibilidad de suministro de oxígeno con lo que el fuego se reactiva.

8-5 Procedimientos contra incendios

Tal y como se ha dicho anteriormente, el fuego viaja de un espacio a otro mediante la radiación, la conducción y la convección del calor. En la mayor parte de los casos, este proceso extiende los fuegos lateralmente (hacia babor y hacia estribor) y también hacia arriba. En algunas situaciones el fuego llega a trasladarse hacia abajo a través de conductos o a través de troncos de escaleras debido a la conducción. Incluso, las brasas de materia ardiendo pueden desprenderse de partes superiores y caer de una cubierta hasta otra inferior extendiéndose el incendio por abajo.

8-5-1 Evaluación del fuego

En cuanto sea posible, es necesario determinar las características del fuego según lo siguiente:

- Clase de fuego (materiales que están ardiendo).
- Agente extintor más apropiado.
- Métodos de lucha más conveniente.
- Métodos para impedir la extensión del fuego.
- Recursos humanos y de equipo contra incendios que se necesitan.

8-5-2 Comunicaciones

La comunicación con el responsable, generalmente el Capitán del buque, deben establecerse mediante teléfono o por mensajero. Las comunicaciones con la cuadrilla contra incendios también deben establecerse y mantenerse. Los mensajeros pueden ser los más efectivos para este propósito, ya que las líneas telefónicas pueden destruirse por el mismo fuego y además es normal que los integrantes de la cuadrilla contra incendios estén moviéndose constantemente. También podría utilizarse un sistema de radio apropiado.

8-5-3 Ataque al fuego

El ataque debe comenzarse lo antes posible para ganar control inmediato y para impedir y minimizar la extensión del fuego.

8-5-4 Ataque directo

En el ataque directo, la cuadrilla contra incendios avanza hasta el área inmediata al fuego y aplica el agente extintor directamente en la base del fuego. Puede no haber dificultad en llegar hasta el propio fuego, pero puede ocurrir que si el fuego gana intensidad, el calor, los gases y el humo aumenten las dificultades de llegar hasta las proximidades del fuego.

8-5-5 Ataque indirecto

El ataque indirecto se emplea cuando es imposible que la cuadrilla de contra incendios alcance la base del fuego. Generalmente éste es el caso cuando el incendio se encuentra en las partes inferiores del buque. El éxito de un ataque indirecto depende en poder contener la extensión del fuego.

Una de las técnicas consiste en hacer aberturas en el espacio donde está el fuego, insertar una boquilla en él e inyectar en esa boquilla el agente extintor que alcanza a todo el compartimento incendiado.

8-5-6 Ventilación

Ventilación es la acción por la que se deja salir hacia la atmósfera los productos de la combustión que está confinado dentro del buque. La mayor parte de las fatalidades de un incendio no son ocasionadas por las llamas, sino que son ocasionadas por la asfixia producida por los gases de la combustión y la falta de oxígeno. Incluso, antes de que el humo y el calor lleguen a ser visibles el monóxido de carbono produce efectos fatales, y otros gases venenosos que se deslizan por el buque. La tripulación que está durmiendo puede ser sofocada por estos gases con resultados frecuentemente mortales. Sin embargo, si es posible ventear el fuego rápida y apropiadamente, el humo, el calor y los gases pueden alejarse de las víctimas potenciales y de otros combustibles que todavía no han sido implicados en el incendio.

La ventilación puede ser vertical, haciendo que los gases y humo producto de la combustión se dispersen hacia la atmósfera a través de aberturas situadas inmediatamente encima del fuego y empujados por la acción de los agentes extintores y del propio fuego.

La ventilación puede también ser horizontal mediante aberturas a barlovento y sotavento del incendio de forma que se cree una corriente de aire a través de los espacios en donde se encuentra el incendio.

También puede existir una combinación de ventilación horizontal y vertical.

En ocasiones es necesario recurrir a la ventilación mecánica mediante ventiladores activados mecánicamente que creen las corrientes de aire necesarias para expulsar los gases y los humos producidos por el incendio.

8-5-7 Rescate

El rescate de personal atrapado es uno de los puntos más importantes de todas las operaciones de contra incendios. El rescate puede ser la primera operación o en otros casos hay que retrasarla debido a circunstancias adversas.

La decisión del momento en que hay que entrar a rescatar a una persona no puede tomarse según reglas fijas, sino que tiene que estudiarse en cada caso. La decisión implica la dificultad de proteger las vidas que hay que rescatar, proteger las vidas de los que van a proceder al rescate y por supuesto proteger al buque.

8-5-8 Vuelta a la normalidad

La vuelta a la normalidad se comienza inmediatamente después de que se ha apagado el principal cuerpo de fuego. La vuelta a la normalidad puede ser una fase peligrosa. Las estadísticas muestran que en muchas ocasiones los mayores accidentes a las personas tienen lugar durante esta fase.

La vuelta a la normalidad consta de dos fases: investigación y extinción final; limpieza y achique.

8-5-9 Investigación y extinción final

Los objetivos de la investigación son encontrar el posible fuego que se encuentre escondido y las brasas que estén fuera del alcance visual ordinario. Éste es un aspecto importante y debe desarrollarse tan seriamente como cuando se ha atacado el fuego. El personal que hace la investigación debe emplear todos sus sentidos: oído, vista, tacto y olfato. También deben perseguir todas las posibilidades de fuego a través de conductos, troncos, pasillos, escaleras, etc.
Todos los materiales que puedan haber estado implicados en el fuego tales como colchones, pacas, cajetas, deben abrirse y examinarse ya que muchos de estos materiales pueden re - incendiarse.

8-5-10 Limpieza y achique

Al mismo tiempo hay que limpiar todos los restos, cenizas y productos a medio quemar procedentes del incendio. También hay que corregir todas las condiciones que sean inseguras, por ejemplo, tablas con clavos a la vista, cables que están colgando equipo suelto y desestibado, etc.

El achique es también una parte importante de la operación contra incendios de un buque, ya que las masas de agua acumuladas pueden reducir seriamente la estabilidad del buque.

8-5-11 Incendio controlado

Un fuego puede considerarse que está controlado cuando:

- ♦ El agente extintor se ha aplicado a la base del fuego y ha podido penetrar hacia la parte más interna del incendio comenzando ya a enfriarlo.
- ♦ Se ha oscurecido el cuerpo principal del fuego. En esta condición el fuego no puede generar ya suficiente calor para volver a incendiar un combustible que se encuentre próximo.

- Han sido examinadas y protegidas todas las rutas de una posible extensión del fuego.
- Se ha terminado la búsqueda preliminar de víctimas.

8-5-12 Finalización de la operación contra incendios

Antes de que pueda declararse la terminación de la operación de contra incendios, el Capitán del buque debe tener la seguridad, confirmada por el jefe de la cuadrilla de contra incendios, que es quien ha actuado en la escena del fuego, que se han verificado los puntos esenciales, tales como:

Un examen completo de toda el área de incendio para asegurarse de que:

- Todas las rutas de extensión del fuego han sido examinadas y controladas.
- Se ha alcanzado el nivel de ventilación necesario y que todos los gases y humo han sido ventilados a la atmósfera.
- El área incendiada es ya segura para que se pueda entrar sin equipo de respiración artificial.
- Se ha hecho ya un examen completo de todos los materiales incendiados.
- Se ha establecido una guardia de posible re - avivamiento del incendio. Un miembro de la tripulación, o más de uno si el fuego ha sido grande, debe estar presente en el lugar del incendio para dar aviso en el caso de producirse una re - iniciación del fuego.
- Se ha repuesto y restaurado todo el equipo de contra incendios que se ha utilizado. Las mangueras usadas se han recogido, o repuesto con nuevas. Todo el material ha sido adecuadamente limpiado, secado y preparado para su almacenamiento. Los extintores portátiles han sido recargados y colocados en sus sitios. Los equipos para respiración artificial han sido limpiados y dispuestos para un nuevo uso.
- Se ha hecho un control de daños, procediéndose a un examen completo para determinar los daños que han sufrido las personas y el buque.
- Se ha hecho un recuento de todo el personal de a bordo para conocer las posibles víctimas.

8-5-13 Crítica de la operación contra incendios

Poco después de que se haya terminado la operación y de que todo el equipo contra incendio haya sido recuperado y puesto en servicio, debe realizarse una crítica de la operación. La crítica no tiene por qué ser un acto muy formal y solemne. De hecho puede ser adecuado realizar la crítica mientras se está tomando una taza de café antes de volver a las obligaciones normales de a bordo.

La crítica puede comenzar recordando que la tripulación acaba de extinguir un incendio en un barco que se encuentra en la mar, lo que es todo un éxito y un motivo de satisfacción. Sin embargo, mientras los detalles de la operación todavía están frescos en la mente de todos, es necesario considerar ciertas preguntas

¿Cómo se podría haberlo hecho mejor? Más importante ¿Cómo se podría haber impedido que hubiera aparecido el fuego? Si se tuviese

que volver a hacer la operación de contra incendios mañana ¿Se haría de la misma manera? ¿Podría haberse conseguido los mismos resultados con menos cansancio y menos desgaste físico para la cuadrilla de contra incendios y con menos daño para el buque?

Mientras se está comentando todo esto, el Oficial encargado de la seguridad contra incendios debe animar a los presentes para que se formulen sugerencias y recomendaciones y debe anotarlas. Las ideas que sean de utilidad deben incluirse en el nuevo plan de contra incendios a bordo.

8-5-14 Reglas generales para el uso del equipo portátil contra incendios

Justo al descubrirse un fuego:

- Dar la voz "Fuego en ..." dando los datos significativos de la ubicación del incendio.
- Activar la alarma de fuego más próxima.
- Dar la voz pidiendo ayuda, en forma serena y calmada, y especialmente, clara.

Si el fuego, a juicio del que por primera vez lo detecta, es de pequeña proporción, puede intentarse atacarlo con extintor portátil, teniendo presente que:

- Nunca debe atravesar un incendio para ir a buscar un extintor si es que existe la más mínima sospecha de poder quedar atrapado por el fuego.
- Si para apagar el incendio hay que entrar dentro de un comportamiento, es necesario tener siempre sin excepción una ruta de escape por el fuego.
- Si falla el intento de apagar el fuego con el extintor, hay que abandonar inmediatamente el compartimento incendiado y cerrar la puerta. Quien detectó el fuego debe permanecer en el lugar para suministrar información al personal de contra incendios que llegará.

8-5-15 Procedimiento para la extinción mediante C02

En caso de fuego en la sala de máquinas, una vez de que se ha tomado ya la decisión de descargar para inundar completamente todo el espacio de máquinas con C02, hay que seguir estrictamente un procedimiento, una muestra el cual puede ser el siguiente.

La alarma es un aviso de que ya se ha activado el C02. Una vez de que se comienza a oír el sonido de la alarma, se disponen de unos 20 segundos para salir de lugar. Es importante no retrasarse y abandonar el espacio inmediatamente. Si no evacua el lugar inmediatamente hay riesgo de perder la vida.

Los pasos específicos a dar son los siguientes:

- Aviso a todo el personal para evacuar el espacio.
- Cerrar todas las puertas, escotillas y otras aberturas.
- Asegurar la maquinaria principal y auxiliar, en el sentido que detengan su marcha o se mantenga a una marcha segura.
- Acudir a todas las cajas de disparo de C02 correspondiente al lugar que hay que proteger.
- Romper el cristal de la caja y halar de la manilla marcada "válvula de control".

- ♦ Inmediatamente después romper el cristal y halar de la manilla de la caja marcada “cilindro de control”.



Capítulo 9
Sistemas automáticos para la detección de fuego y humo

9-1 General

Un detector de incendios es un dispositivo que produce una señal de alarma cuando detecta un fuego en el área protegida. La alarma está diseñada para alertar a los responsables de la seguridad del buque, por ejemplo al personal de guardia, y en siguiente acción, para alertar a toda la tripulación.

Es esencial descubrir el incendio lo antes posible, ya que e es mucho más fácil confinarlo, controlarlo y extinguirlo antes de que haya alcanzado grandes proporciones. Por eso, un buen sistema de detección de incendios, bien conocido entendido y mantenido por la tripulación, es el mejor elemento para la protección contra incendios a bordo.

Los sistemas de detección a bordo están dispuestos para producir, en caso de incendio, una alarma visible y sonora que se perciba en el Puente y en la Sala de Máquinas. El equipo que recibe la alarma indicará la existencia del fuego y su localización a bordo. Este equipo suele estar situado en el Puente y a veces, en el cuarto del CO_2. En la sala de máquinas solamente suele haber un timbre o campana.

Al percibir una alarma de incendio, el Oficial de Guardia en el Puente activará la alarma general contra incendios para que la tripulación ocupe sus puestos y funciones contra incendios según está establecido en las normas contra incendios de a bordo. En todos los casos, avisará inmediatamente el Capitán e investigará el origen de la alarma. Si la alarma es auténtica se procederá al confinamiento, control y extinción del fuego según el procedimiento establecido bajo la dirección del Capitán. Si es una falsa alarma, es necesario investigar su causa y corregirlas. En todo caso, hay que verificar el correcto funcionamiento del sistema de detección y alarma y ponerlo de nuevo en estado de funcionamiento.

Existen diversos sistemas para la detección de incendios, siendo los más usados los que a continuación se describen.

9-2 Sistemas automáticos para la detección de incendios

Este tipo de sistema está integrado por los siguientes sub - sistemas:

- Fuente normal, para el suministro de energía
- Fuente de emergencia para el suministro de energía
- Unidad de control de detección de incendios
- Detectores de incendios y alarmas

9-2-1 Fuente normal para el suministro de energía

La fuente normal de energía puede ser la planta generadora ordinaria del buque mediante las oportunas conexiones en el panel distribuidor de la energía o también puede consistir en una fuente formada por baterías. En este último caso, las baterías únicamente deben usarse para el sistema de detección y alarmas de incendios.

9-2-2 Fuente de emergencia para el suministro de energía

Puede ser la planta de emergencia del buque con un circuito independiente o puede ser también de baterías. Hay ocasiones en que

las baterías son dobles. En este caso, uno de los juegos de baterías está siempre en carga y repuesto, y sirve de batería de emergencia.

9-2-3 Unidad de control de detección de incendios

Consiste de una caja metálica protegida que contiene un panel interior donde se encuentran las alarmas de incendios, las alarmas de fallos de funcionamiento y las de falta de energía. Los dispositivos de alarma generaran señales visuales y acústicas a la vez. Las señales visibles son las siguientes:

- Una luz roja indica la existencia de fuego o de humo.
- Una luz azul indica la existencia de fallos de funcionamiento del sistema.
- Una luz blanca indica que la energía eléctrica conectada.

Esta unidad tiene también un interruptor para pasar de alimentación normal a emergencia. También tiene las necesarias protecciones tales como: fusibles o disyuntores (*breakers*). Si la fuente es de baterías, el equipo de carga también puede encontrar en la unidad.

9-3 Detectores de incendios y alarmas

Los detectores de incendios detectan la existencia de calor, humo, llamas u otras indicaciones del fuego y producen la correspondiente señal que es recibida por el equipo generador de alarma. La alarma visible consiste en una o más luces rojas en las unidades de control y otros puestos. Las alarmas sonoras consisten en timbres o campanas de incendios. En términos generales suelen ser timbres cuya campana tiene un diámetro comprendido entre 15 y 20 cm.

Cuando se ha detectado un incendio, la alarma visible (luz roja) permanece encendida y las alarmas sonoras (timbres) permanecen sonando hasta que se actúa sobre un dispositivo silenciador de los timbres, que no apagan la luz roja. Esta luz únicamente se apaga por el reajuste manual del sistema. Los sistemas de alarmas modernos permiten recibir al mismo tiempo alarmas de incendios desde diversos puntos sin que haya interferencia entre unas y otras.

Los fallos en el suministro de energía eléctrica al sistema de detección y alarma de incendios se anuncian por el sonido de una alarma, en cuyo caso aparece una señal luminosa. Los fallos de funcionamiento del sistema, como por ejemplo la ruptura o desconexión de uno o más cables eléctricos del sistema de detección se advierten porque se enciende la luz azul y suena la misma alarma que en el caso de fallo de energía. Hay ciertos equipos que registran los fallos de funcionamiento como alarmas de incendios.

9-3-1 Detectores por temperatura prefijada

Son aquellos que generan una señal cuando la temperatura del elemento sensor alcanza un valor previamente determinado. Es preciso advertir que este tipo de detectores se activan únicamente cuando su elemento sensor, y no el aire que le rodea, alcanza la temperatura fijada. Por esta razón, cuando se activa un detector de esta clase, la temperatura del aire que le rodea es más alta que la temperatura a que se encuentra el elemento sensor.

Los valores de la temperatura del aire próximo al detector y que los activan son:

- Valores ordinarios: Para temperaturas no superiores a 38 grados C.
- Valores intermedios: Para temperaturas comprendidas entre 38 y 66 grados C.
- Valore altos: Para temperaturas superiores a 66 grados C.

Los tipos de detectores de esta clase más usados son: de lamina bi - metálica; de disco bi - metálico; de cable termostático; de cable metálico; de metal fusible; y de expansión de líquido. Todos ellos actúan por la acción del calor sobre sus componentes, en los que producen dilataciones.

9-3-2 Detectores de subida de temperatura

Este tipo de sensores detecta los cambios en temperatura y no el valor de la misma. Se activan cuando la temperatura sube más rápidamente que un valor prefijado. Por ejemplo, si uno de estos detectores está ajustado para un aumento de temperatura de 8.3 grados C por minuto y la temperatura pasa de 40 a 46 grados C en un minuto, el detector no se activará. Si el cambio de temperatura hubiera sido de 45 a 55 grados C en un minuto, el detector se activará.
Sus principales ventajas, respecto de los detectores de temperatura fija son las siguientes:

- Los aumentos lentos de temperaturas no los activan.
- Se pueden usar tanto en áreas de baja temperatura, por ejemplo bodegas refrigeradas, como en áreas de alta temperatura, por ejemplo, sala de calderas.

Sus desventajas más importantes son:

- Puede generar una alarma cuando se produce una elevación de temperatura por causa ajena a un fuego, por ejemplo, por un aparato de calefacción, o se suelda metales en sus proximidades
- Puede no ser activado por fuegos que elevan la temperatura del aire lentamente, por ejemplo, los fuegos en el interior de las balas de algodón.

Los tipos más usados de sensores de subida de temperatura son: neumáticos y termoeléctricos.
Existen también detecciones que son combinación de las dos clases descritas que reúnen las ventajas de cada una.

9-3-3 Detectores de humo

Son instalaciones que toman continuas muestras del aire que está presente en los espacios que se desea proteger y que analizan tales muestras para conocer si se encuentra contaminado por una parte de humo.

Las muestras del aire se conducen desde el espacio a proteger hasta el detector mediante las tuberías apropiadas. A veces hay una ramificación de tal tubería hacia el puente de navegación, donde el oficial puede detectar, por el color y olor, la presencia de humo y por lo tanto la sospecha de un fuego.

Los detectores son de varias clases: fotoeléctrico; de ionización; de puente de resistencia y de cámara de nubes. En todos ellos se mide el efecto perturbador de la presencia de humo en aire ante el paso de la luz, de la corriente eléctrica, etc.

9-3-4 Detectores de llama

Están diseñados para reconocer las características de toda llama: intensidad de luz; frecuencia de pulsación (temblor); y energía radiada. No es frecuente su uso a bordo ya que presenta ciertas desventajas tales como: las llamas tienen que aparecer justo ante el detector, no a un costado; las llamas no deben estar oscurecidas por el humo; pueden ser activados por fuentes luminosas distintas de llamas, dando lugar a falsas alarmas.

9-3-5 Sistemas manuales de detección de incendios

Los sistemas manuales para la detección de incendios tienen también las dos fuentes de alimentación de los sistemas automáticos, fuente normal y de emergencia. Tienen también una unidad de control donde se reciben las alarmas y se producen las señales audibles y visibles de alarma general. Deben contar igualmente con los necesarios puntos de alarma, en forma de cajas o paneles situados en las distintas zonas del buque.

Lo más general en los buques son los sistemas combinados automáticos y manual funcionando conjuntamente. Cuando un tripulante descubre un fuego debe producir inmediatamente la correspondiente alarma en el sistema manual. Esto servirá para confirmar la señal producida por el sistema automático o p ara evidenciar su fallo.

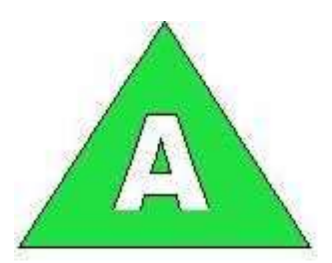
Los sistemas manuales cuentan con una serie de puntos de alarma, o cajas de alarma distribuidas en las diferentes áreas del buque. En general se instalan en pasillos, escaleras y espacios donde se reúne bastante gente, con la idea de que toda persona que está alejándose de un incendio se vea obligada a pasar junto a una caja de fuego. Deben estar pintadas en rojo, y contener las instrucciones de operación en forma clara. Suelen estar protegidas por un cristal con una inscripción tal como: RÓMPASE EN CASO DE INCENDIO o también en inglés, *BREAK GLASS IN CASE OF FIRE*. En especial que todos los tripulantes conozcan a la perfección la forma de activar las alarmas de las cajas de fuego del buque.

Capítulo 10
Clasificación del fuego y los agentes extintores

10-1 Clasificación del fuego

Fuego Clase “A”

Los fuegos Clase “A” son aquellos que se producen en materias combustibles comunes sólidas, como madera, papeles, cartones, textiles, plásticos, etc. Cuando estos materiales se queman, dejan residuos en forma de brasas o cenizas.
El símbolo que se usa es la letra A, en color blanco, sobre un triángulo con fondo verde.



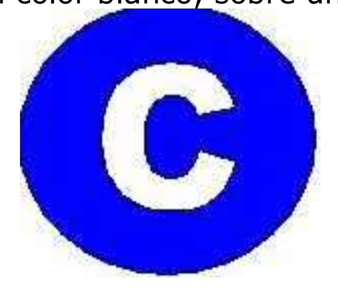
Fuego clase "B"

Los fuegos clase B son los que se producen en líquidos combustibles inflamables, como petróleo, gasolina, pinturas, etc. También se incluyen en este grupo el gas licuado de petróleo y algunas grasas utilizadas en la lubricación de máquinas. Estos fuegos, a diferencia de los anteriores, no dejan residuos al quemarse.
Su símbolo es una letra B, en color blanco, sobre un cuadrado con fondo rojo.



Fuego clase "C"

Los fuegos clase C son los que comúnmente identificamos como "fuegos eléctricos". En forma más precisa, son aquellos que se producen en "equipos o instalaciones bajo carga eléctrica", es decir, que se encuentran energizados.
Su símbolo es la letra C, en color blanco, sobre un círculo con fondo azul.



Cuando en un fuego de clase C se desconecta la energía eléctrica, éste pasará a ser A, B ó D, según los materiales involucrados. Sin embargo, con frecuencia es muy difícil tener la absoluta certeza de que realmente se ha "cortado la corriente". En efecto, aunque se haya desactivado un tablero general, es posible que la instalación que arde esté siendo alimentada por otro circuito. Por lo tanto, deberá actuarse como si fuera fuego C mientras no se logre total garantía de que ya no hay electricidad.

Fuego clase "D"

Los fuegos clase D son los que se producen en polvos o virutas de aleaciones de metales livianos como aluminio, magnesio, etc.
Su símbolo es la letra D, de color blanco, en una estrella con fondo amarillo.



CLASES DE FUEGOS	MATERIALES	PRODUCTOS
A	Madera, papel, cartón, telas, pasto, gomas, caucho, corcho, productos celulosos, etc.	
B	Nafta, gas oil, aceites, petróleo, pinturas, derivados del petróleo, gases butano, propano, acetileno, etc.	
C	Son los que se originan en equipos energisados, artefactos eléctricos, transformadores, motores, tableros, etc.	
D	Se produce sobre ciertos metales como el magnesio, titanio, sodio, vanadio, etc.	

10-2 Agentes extintores

Para que un incendio se inicie o mantenga, hace falta la coexistencia en espacio y tiempo con intensidad suficiente de cuatro factores: Combustible, Comburente (aire), Energía y Reacción en Cadena (radicales libres). Si se elimina uno de los factores o se disminuye su intensidad suficientemente, el fuego se extinguirá.
Según el factor que se pretenda eliminar o disminuir el procedimiento o método de extinción recibe el nombre de:
ELIMINACIÓN Combustible
SOFOCACIÓN Comburente
ENFRIAMIENTO Energía
INHIBICIÓN Reacción en cadena

Eliminación del combustible

El fuego precisa para su mantenimiento de nuevo combustible que lo alimente. Si el combustible es eliminado de las proximidades de la zona de fuego, este se extingue al consumirse los combustibles en ignición. Esto puede conseguirse:
Directamente cortando el flujo a la zona de fuego de gases o líquidos, o bien quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases, de las proximidades de la zona de fuego.
Indirectamente refrigerando los combustibles alrededor de la zona de fuego.

Sofocación

La combustión consume grandes cantidades de oxígeno; precisa por tanto de la afluencia de oxígeno fresco a la zona de fuego. Esto puede evitarse:
Por ruptura de contacto combustible-aire recubriendo el combustible con un material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, tapa de sartén, etc.)
Dificultando el acceso de oxígeno fresco a la zona de fuego cerrando puertas y ventanas.
Por dilución de la mezcla proyectando un gas inerte (N2 ó CO2) en suficiente cantidad para que la concentración de oxígeno disminuya por debajo de la concentración mínima necesaria. Se consigue el mismo efecto pero con menor efectividad proyectando agua sobre el fuego, que al evaporarse disminuirá la concentración de oxígeno (más efectivo si es pulverizada).

Enfriamiento

De la energía desprendida en la combustión, parte es disipada en el ambiente y parte inflama nuevos combustibles propagando el incendio. La eliminación de tal energía supondría la extinción del incendio.
Esto puede conseguirse arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía. El agua o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente los fuegos, sobre todo si se emplea pulverizada.

Inhibición

Las reacciones de combustión progresan a nivel atómico por un mecanismo de radicales libres. Si los radicales libres formados son neutralizados, antes de su reunificación en los productos de combustión, la reacción se detiene.
Los halones son los agentes extintores cuya descomposición térmica provoca la inhibición química de la reacción en cadena.
Algunos autores postulan, que el gran efecto extintor sobre las llamas del polvo, es debido a una inhibición física por la separación espacial de los radicales libres, que provocan las minúsculas partículas de polvo proyectadas.

CLASES DE FUEGO	AGUA	AFFF	CO2	POLVO ABC	POLVO BC	HALON
A	SI	SI	NO	SI	NO	SI
B	NO	SI	SI	SI	SI	SI
C	NO	NO	SI	SI	SI	SI
D	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Capítulo 11
Equipo contra incendio y su localización a bordo

Ropa protectora

Si un incendio ha estado desarrollándose durante un cierto tiempo, se puede alcanzar temperaturas de más de 500 grados C con fuertes concentraciones de humo y gases tóxicos. Los miembros de la cuadrilla que están luchando contra el incendio no pueden continuar su ataque contra el fuego si no están suficientemente protegidos contra estos peligros. Deberán retirarse o de lo contrario pueden ser afectados por los gases y quemados por el fuego. Si por esta razón llegan a convertirse en víctimas, la capacidad contra incendios ha quedado empequeñecida.

Como mínimo, cada miembro del grupo de la manguera debe estar equipado con ropa de agua (pantalón y saco), botas de goma, casco y guantes de trabajo. Esta ropa le protegerá contra el calor del agua caliente y del vapor.
El equipo apropiado de bombero es más completo que esta indumentaria, como más adelante se especifica.

La protección respiratoria se consigue mediante los equipos para la respiración artificial. Los miembros que manejan una manguera deben estar entrenados en el uso de este equipo y deben conocer sus limitaciones para tener la justa confianza en su capacidad para protegerlos en una atmósfera hostil.

En ciertas situaciones, el primer equipo que comienza a atacar un incendio puede no haber tenido tiempo de ponerse su ropa protectora o de conseguir los aparatos para la respiración artificial, ya que han tenido que iniciar el ataque inmediatamente para impedir que el fuego se extienda y quede sin control. Si se da esta situación, es preciso usar el sentido común.

Sería mala práctica que una cuadrilla abandonase una posición contra incendios excepto en el caso de que se estén experimentando serias dificultades. Es probable que su posición inicial pueda sostenerse durante un cierto tiempo sin llevar toda la ropa protectora, que puede ser corto, pero siempre vital. Sin embargo, si no es posible controlar el fuego, ni se puede aguantar en su posición, la cuadrilla debe replegarse y retroceder desde el fuego a lugar seguro. El hombre que maneja la boquilla, mientras retrocede debe usar un chorro de niebla para bloquear las llamas y alejarse el calor. El equipo debe continuar retrocediendo hasta una posición donde puedan resistir sin ropa protectora y sin experimentar dificultades importantes. Mientras tanto, es esencial que una cuadrilla de refuerzo que lleve la indumentaria apropiada y los equipos de respiración artificial necesarios se incorporen a la operación y sustituya a la cuadrilla que inicialmente atacó el fuego.

Equipo de bombero

De acuerdo con lo dispuesto en el SOLAS 1974 (Enmiendas de 1981) el equipo de bombero comprenderá:

- Un equipo de individual compuesto de:
  - ♦ Indumentaria protectora, de un material que preserve la piel contra el calor. Por su cara exterior será impermeable.
  - ♦ Botas y guantes de goma que no sean electroconductores.
  - ♦ Un casco rígido.
  - ♦ Una lámpara eléctrica de seguridad con un período mínimo de funcionamiento de 3 horas.

  - Un hacha.
- Un aparato respiratorio aprobado que pudiera ser:
  - Un casco anti humo o una máscara anti humo provisto de una bomba de aire adecuada y un todo flexible bastante largo para aire o bien,
  - Un aparato respiratorio autónomo accionado por aire comprimido cuyos cilindros tengan una capacidad de 1,200 litros de aire por lo menos u otro aparato respiratorio autónomo que pueda funcionar durante 30 minutos por lo mismo. Habrá a bordo la cantidad suficiente de cargas de repuesto para la utilización de los aparatos.
- Cada aparto respiratorio llevará un cable de seguridad ignífugo de resistencia y longitud suficiente que quedará sujeto por un gancho con resorte al arnés del aparato de respiración o a un cinturón separado.
- Todos los buques llevarán a bordo por lo menos 2 equipos de bomberos.
- Los equipos de bombero se guardarán listos para su uso inmediato en sitios fácilmente accesibles y, si son más de uno los equipos de fuego que se lleven, irán en posiciones muy distantes entre sí.

Equipo Portátil

El equipo portátil es un equipo de gran utilidad para un primer ataque inmediato a la detección de un fuego. El equipo portátil por lo general tiene una capacidad de acción limitada. En muchos casos la duración del agente extintor contenido en un equipo portátil puede ser inferior a un minuto.

La acción contra incendios de un equipo portátil debe estar complementada y apoyada con mangueras y suministro continuo de agente extintor. Pero un tripulante que en un momento dado está manejando un extintor portátil no puede al mismo tiempo preparar y usar una manguera contra incendios. Por eso es necesario que, junto con el uso del equipo portátil, se haya dado la alarma a la tripulación desde el primer momento en que se ha descubierto el fuego, al objeto de que el resto de las personas puedan preparar el equipo de apoyo necesario.

Extintores Portátiles

Hay diversas clases de extintores portátiles que frecuentemente vemos en los mamparos de los buques, en las paredes de los edificios y en otros puntos. Se pueden conocer las características de los extintores mediante su clasificación. La clasificación de los extintores no siempre coincide. En general, los extintores se clasifican con letras mayúsculas; números arábigos y números romanos.

Las letras indican la clase de fuego en que puede usarse ese extintor. Por ejemplo, si aparece la letra "A" significa que ese extintor únicamente puede utilizarse en los fuegos de clase "A". Si el extintor estuviera clasificado bajo las letras "AB" significa que puede usarse en los incendios de la clase "A y/o B".
Los números arábigos indican la calidad extintora, es decir, la capacidad de extinguir incendios que tiene ese extintor. Es una numeración relativa. Por ejemplo, si un extintor aparece marcado con la numeración "4 A", significa que tiene el doble de calidad contra incendios para fuegos de la clase A que un extintor que aparezca marcado con "2 A". Esta numeración no se refiere al tamaño del extintor.

Los números romanos pueden también aparecer en los extintores y dan una indicación del tamaño del extintor. Van desde el I, correspondiente al menor tamaño hasta el V correspondiente al mayor.



Extintores de agua
Existen varias clases de extintores que emplean agua como agente extintor que es impulsada al exterior por la acción de otros productos.

Extintor de Sosa - Ácido
En su interior hay una solución de bicarbonato de sosa (0.7 kg) y agua (9.5 litros), para un extintor de la clase ZA (II). En la parte superior hay un pequeño cilindro que contiene 0.23 kg de ácido sulfúrico. Cuando el extintor está vertical con su tapa hacia arriba el ácido sulfúrico no puede mezclarse con la solución acuosa.

El extintor se transporta hacia el lugar del fuego, portándolo de su asa en la tapa, con ésta hacia arriba. En el lugar del fuego, se pone boca abajo, con lo que el ácido se mezcla con la solución acuosa generando dióxido de carbono (C02) a presión (hasta unos 10 kg/cm) que impulsa el agua con fuerza hacia fuera a través de la boquilla.

El chorro del agua impulsada se dirige hacia la base del fuego, abanicando el chorro de lado a lado, mojando lo más posible los materiales en ignición. Este extintor se agota en menos de un minuto.

Los extintores de sosa - ácido, deben mantenerse cargados a temperaturas superiores a 0 grados C, para evitar que el agua se congele. Estos extintores deben cargarse al menos una vez al año y siempre que se hayan descargado. Anualmente se revisan todos sus componentes buscando señales de corrosión. En esta revisión, se procede a lavar perfectamente con agua dulce todos los componentes del extintor. En el extintor del mismo se hará constar la fecha en que tuvo lugar la carga, y a veces también se consigna el nombre o las iniciales de la persona que lo cargó. Cada mes debe inspeccionarse para asegurarse que está lleno y que la boquilla no está obstruida.

Extintores de agua operados por cilindro de gas a presión
Uno de los tipos más comunes es el clasificado como 2 A (II). Tiene la capacidad de 9.5 litros de agua y un alcance de 10 a 12 metros. El extintor está lleno de agua o de una solución acuosa anticongelante. La tapa, que se coloca y se quita a rosca, contiene un pequeño cilindro con C02 a presión. Cuando se perfora este cilindro, la presión del C02 empuja al agua con fuerza hacia el exterior.

Este extintor se transporta hasta el lugar del fuego agarrándolo de su asa situada en la tapa. Cuando se llega al lugar del fuego se voltea y se golpea ligeramente su

tapa contra la cubierta del buque, con lo cual se perfora el cilindro de C02 y el agua comienza a salir. El chorro debe dirigirse hacia la base del fuego y debe abanicarse para cubrir todo lo posible el material que está en ignición. El tiempo de descarga es inferior a un minuto. Es necesario descargar completamente todo el extintor ya que no hay forma de cerrar la salida del chorro.

Este extintor debe inspeccionarse anualmente y debe pesarse el cilindro de C02 a presión para verificar posibles pérdidas. Si se ve que no está en condiciones o que ha perdido demasiado peso debe sustituirse, siguiendo las instrucciones del fabricante.

También es necesario inspeccionar la boquilla y manguera para comprobar que no están obturados. Para cargar estos extintores se llenan de agua hasta un nivel señalado en el mismo.

Una variante de este tipo de extintor es aquel que, en lugar de tener un cilindro de C02 para impulsar el agua, tiene aire o nitrógeno a presión (unos 7 kg. por cm2.) en la parte superior del extintor.

Extintores de espuma

Los extintores de espuma tienen una apariencia similar a los que se han descrito anteriormente pero tienen una capacidad de extinción mucho mayor. Uno de los más comunes es el clasificado como 2 A:4B (II). Esto significa que el extintor puede usarse tanto en incendios de clase A como en los de clase B. Tiene una capacidad de 9.5 litros. Su alcance varía de 9 a 12 metros y su tiempo de descarga es algo inferior a un minuto.

Este tipo de extintores se carga llenándolo con dos soluciones que se mantienen separadas dentro del extintor hasta que éste se vaya a usar. Estas soluciones se les suele llamar comúnmente solución A y solución B. Estas letras no tienen nada que ver ni se refiere para nada a las clases de los incendios.

Este extintor se lleva hasta el lugar del incendio en posición vertical con la tapa hacia arriba. Cuando quiere descargarse se invierte, poniendo la tapa hacia abajo con lo cual las dos soluciones se mezclan produciendo espuma líquida y C02. El C02 actúa como impulsor y llena las burbujas de la espuma. La espuma líquida se expansiona hasta unas 8 veces su volumen inicial. Esto significa que un extintor de 9.5 litros llega a producir unos 70 litros de espuma.

La espuma debe aplicarse suavemente sobre los líquidos incendiados. Esto puede conseguirse dirigiendo el chorro hacia la parte trasera haciendo que fluya hacia la superficie incendiada. La espuma química es rígida y fluye lentamente. Por esta razón el chorro debe dirigirse desde varios ángulos para cubrir completamente los materiales incendiados.

A veces puede aplicarse en forma de una espesa capa o manta, es decir, dejar que vaya fluyendo y cubriendo la superficie incendiada.

A temperaturas inferiores a los 5 grados C los extintores de espuma pueden congelarse. Una vez que se han activado hay que descargarlos por completo ya que no hay válvula de cierre. El mantenimiento consiste principalmente en descargarlos anualmente con la correspondiente inspección, limpieza y recargado.

Extintores de dióxido de carbono
Los extintores de C02 se usan fundamentalmente en fuegos de la clase C y de la clase B.
Los tamaños más corrientes de los extintores portátiles contienen de 2 a 9 kg. de C02, sin incluir el peso del propio extintor.
El C02 está almacenado en el extintor en forma líquida y a una presión de aproximadamente 70 kg/cm2. Los extintores de 6.8 kg tienen la clasificación de 10B: C (II). El alcance del C02, cuando se proyecta desde el exterior, llega a unos 2 metros. La duración de descarga varía entre 8 y 30 segundos según el tamaño del extintor.
El extintor se lleva hacia el fuego en posición vertical. Como el alcance del C02 es muy pequeño, el operador debe acercarse bastante al fuego. Se deposita el extintor en el piso y se retira el pasador de seguridad. La descarga se controla, bien abriendo una válvula de rosca en la parte superior o bien actuando una palanca de disparo.

El operador debe coger la manguera con la mano, nunca el difusor metálico de descarga. Cuando el C02 sale del extintor se expande rápidamente y se enfría notablemente. El difusor llega a enfriarse lo suficiente como para causar problemas de congelación si alguien la está tocando. Cuando se está usando un extintor de C02 en un espacio cerrado, el operador debe estar precavido contra la sofocación por la expulsión del oxígeno, por lo cual deberá usar un aparato para la respiración artificial.

El difusor debe dirigirse en primer lugar hacia la base del fuego en la parte más próxima al operador. Al descargarse se moverá el difusor hacia atrás y hacia delante del fuego. Al mismo tiempo el operador debe moverse muy lentamente hacia delante. El resultado de todo esto debe ser un barrido de las llamas en la superficie del fuego y la aparición de algo de "nieve" de C02 en las superficies.

Siempre que sea posible, los fuegos en una cubierta a la intemperie deben atacarse desde lado de barlovento. Esto contribuirá a que el viento aleje el calor del operador y acerque el C02 hacia el fuego. En términos generales, los extintores de C02 no son muy eficaces cuando hay viento, ya que la masa de C02 no permanece lo suficiente en el fuego para conseguir su efecto extintor.
Cuando se trata de fuegos de la clase C la descarga de C02 debe dirigirse hacia el origen del fuego en el equipo eléctrico. El equipo debe desconectarse de la red eléctrica para evitar posibilidades de electrocución.

Los extintores de C02 no necesitan protegerse contra la congelación. Sin embargo, deberían almacenarse a temperaturas inferiores a los 50 grados C para mantener un nivel de seguridad de su presión interna.
Los extintores de C02 deben examinar varias veces al año, para reconocer posibles daños y asegurarse de que no se han vaciado por fallos en su estanqueidad. Deben someterse anualmente a una revisión más detallada y a un pesado. Si ha perdido más del 10% de su peso es señal de C02 y deben recargarse. La operación de recargado de los extintores de C02 debe hacerse por el fabricante o por casas especializadas. También debe recargarse un extintor de C02 después de su uso aunque haya sido descargado parcialmente solamente.

Extintores de productos químicos secos

Los extintores de productos químicos secos se encuentran en el mercado en diferentes tamaños y con diferentes productos. Todos ellos están clasificados como "BC" y algunos de ellos pueden estar clasificados como "ABC".

Extintor de productos químicos secos operado por cilindros de gas a presión

Sus tamaños varían comúnmente desde 1 hasta 13 kg. Pueden estar rellenos de cualquiera de los 5 tipos de agentes extintores de esta clase. Para impulsar el producto químico seco, se usa un pequeño cilindro con gas inerte a presión. El alcance está comprendido entre 3 y 10 metros. Los extintores de 4.5 kg. de peso tienen una duración de 8 a 10 segundos. Los de tamaño más grande pueden llegar a tener una duración de descarga de hasta 30 segundos.

El extintor se transporta hacia el fuego en posición vertical con su tapa hacia arriba. Cuando se va a disparar se saca el pasador de seguridad y se oprime la palanca de perforación. Con esto se deja salir al gas propulsor que impulsa al agente extintor para que salga por la boquilla. El flujo de salida del producto se regula por medio de la palanca que se encuentra próxima a la boquilla al final de la manguera. La descarga del producto se dirige a la base del fuego comenzando por el borde más próximo. El chorro debe abanicarse de un lado a otro con movimientos rápidos para barrer al fuego del combustible. Si se está actuando a la intemperie, el fuego debe atacarse desde el lado de barlovento siempre que sea posible.

La descarga inicial no debe dirigirse hacia el material incendiado desde distintas inferiores a 1 ó 2 metros, ya que la velocidad del chorro puede diseminar el material incendiado por los alrededores. Si se perfora el cilindro de gas a presión, pero no se usa el extintor o se usa solo parcialmente, el gas remanente probablemente desaparecerá al cabo de unas horas. Por lo tanto, es necesario recargar los extintores después de cada uso aunque no se hayan agotado del todo.

Como los productos químicos secos extinguen los fuegos de clase B por la ruptura de la reacción en cadena con ninguno o muy poco efecto de enfriamiento, existe siempre la posibilidad de un re-avivamiento del fuego si es que las superficies que ardían todavía siguen calientes. Por lo tanto, debe usarse algún otro agente extintor como refuerzo o apoyo hasta que se eliminen todas las fuentes de ignición.
Los productos químicos secos pueden usarse también con agua, y algunos de ellos pueden usarse con espuma.
Existen algunas otras variantes de estos extintores en los que en lugar de existir un cartucho externo, la presión impulsora está contenida dentro del propio extintor.

Extintores de polvo seco

El polvo seco (no confundir con productos químicos secos) es el único agente extintor que puede usarse en los incendios de metales, es decir, en los fuegos clase D. El más común de estos extintores es el extintor de 13.6 kg, operado por un cilindro de gas a presión. Este extintor se parece mucho externamente al extintor de productos químicos secos. Una de las diferencias es que el alcance de un extintor de polvo seco queda reducido a unos 2 metros.
Para operar un extintor de polvo seco, lo primero es retirar la boquilla de su soporte y oprimir la palanca de perforación. Esto permite que el gas impulsor, que suele ser C02 o nitrógeno, impulse hacia afuera el producto contenido en el extintor.

Después de dirigirse la boquilla hacia el fuego y se actúa sobre la palanca que hay en el extremo de la manguera para dirigir el polvo seco a la superficie del metal que está incendiado:
El operador debe comenzar la aplicación del polvo seco desde la máxima distancia. Mediante la palanca de regulación es posible controlar la cantidad de producto que sale al objeto de crear una capa gruesa de polvo sobre toda la superficie incendiada. El operador debe tener mucho cuidado para no romper la corteza que se forma cuando el polvo se deposita sobre la superficie incendiada.

A veces se necesitan grandes cantidades de polvo seco para extinguir un incendio pequeño de un metal. Cuando el polvo seco toma una tonalidad de color chocolate es señal de que hay un punto caliente donde la capa o corteza de polvo seco no es suficiente gruesa y por lo tanto requiere que se aplique más polvo seco.

El polvo seco puede venir a veces en una caja para su aplicación mediante una pala. En este caso debe depositarse suavemente para que se vaya construyendo una corteza o una capa gruesa sobre el producto incendiado.

Equipos semi portátiles para la extinción de incendios
Un sistema semi-portátil para la extinción de incendios es el que está dotado de una manguera que puede desplegarse hacia el fuego. Los otros componentes del sistema son fijos, o ubicados en lugares bien determinados. Normalmente estos equipos son demasiados pesados para poder moverlos con facilidad.

Los sistemas semi-portátiles proporcionan una cantidad bastante grande de producto extintor. Esto permite que el operador realice un ataque sostenido contra incendio, que es de mucha mayor duración que el que proporcionan los sistemas totalmente portátiles.

Una de las desventajas principales es que el área protegida por el sistema semi-portátil está limitada por la longitud de la manguera conectada al sistema.

Los agentes extintores se aplican en los incendios de la misma manera que la descrita para los extintores portátiles. Las principales diferencias respecto a ésta son el alcance, ligeramente mayor desde la boquilla hasta el fuego, y por supuesto, una mayor cantidad de agente extintor.

Los sistemas semi-portátiles se disponen en ciertas áreas como si fuesen sistemas fijos. Siempre que sea posible, el fuego se ataca en primer lugar con un sistema semi-portátil. Si con este sistema se controla o se extingue el fuego no es necesario activar los sistemas fijos.



Sistema semi-portátil de C02

Generalmente se emplea en la sala de máquinas o en espacios que contienen equipo eléctrico. El sistema se compone de uno o dos cilindros de C02, una manguera de 1/2 pulgada y de una longitud comprendida entre 15 y 20 metros, una llama metálica para enrollar de la manguera, un difusor para la descarga de C02 y una válvula de control para apertura y cierre.

El sistema se activa manualmente usando una palanca de control que está montada en la parte superior de uno de los cilindros de C02. Si el sistema consta de dos cilindros, sólo se necesita operar en una de las palancas, ya que la presión del primer cilindro abre la válvula de control del segundo y pueden usarse ambos.

El procedimiento general que hay que seguir para disparar cilindros del C02 es el siguiente:

1. Se retira el pasador de seguridad y se actúa sobre la palanca de control del cilindro.
2. Se lleva la manguera hasta el área próxima al fuego.
3. Se abre la válvula del difusor colocando la palanca hacia delante.
4. Se dirige el chorro de C02 hacia el borde próximo del fuego:
5. Se continúa la descarga hasta que todos los materiales que están incendiados queden cubiertos con la nueva carbónica.
6. Para detener temporalmente el chorro de C02 se cierra la válvula del difusor para lo que se lleva la palanca hacia atrás.

Sistema semi-portátil de Productos

Este sistema semi-portátil consiste de un tanque de almacenamiento que contiene el agente extintor y uno o más cilindros que contienen un gas o nitrógeno a presión. También se cuenta con una manguera de goma y una boquilla con una válvula de control.

El sistema se activa halando del mecanismo de apertura en la parte superior del cilindro de nitrógeno. Algunos sistemas se pueden también activar mediante una palanca de control remoto.

Cuando se ha activado el sistema, el nitrógeno fluye hacia el cilindro donde están los productos químicos secos y los impulsa por la manguera y la boquilla y al exterior. Debe extenderse totalmente la manguera al objeto de obtener un flujo continuo de agente extintor.

Sistemas semi-portátiles de espuma

Pueden existir en varios puntos del banco. El sistema generador de espuma se usa junto con el sistema general de agua de contra incendio. Es un método y un sistema eficiente para la producción de espuma pero requiere más operadores que los sistemas semi-portátiles que emplean otros agentes extintores.

Uno de los tipos más habituales de los sistemas portátiles de generación de espuma son los que emplean una boquilla de espuma junto con un tubo de entrada del espumógeno. Éste se une a una manguera normal que está conectada al sistema general de agua de contra incendios.

El aire se aspira a través de un elemento de aspiración que está intercalado en la misma manguera. Cuando el aire, el espumógeno y el agua se juntan, se produce la espuma que se descarga por la boquilla.

Sistemas fijos para la extinción de incendios
El objetivo fundamental de la lucha contra incendios es el rápido control y la pronta extinción del fuego. Esto sólo se consigue, en la mayoría de los casos, cuando se ataca el incendio con la suficiente cantidad de agente extintor y usando técnicas adecuadas.

Los sistemas fijos para la extinción de incendios son los que suministran el agente extintor en suficiente cantidad y permiten, por lo tanto, la mayor garantía en la lucha contra incendios.

De acuerdo con los espacios que protegen, los sistemas fijos para la extinción de incendios que pueden encontrarse a bordo son:

- Sistema general de agua
- Sistema automático de rociadores de agua
- Sistema de gas (C02 y halógenos)
- Sistema de espuma

Como regla general ya no está permitido el empleo de vapor de agua como agente extintor.

En los buques tanque se utiliza el gas inerte como un excelente medio para la prevención de incendios. El estudio del sistema de gas inerte corresponde al Curso de Formación para Tripulantes de Buques Tanque.

Sistema general de agua
Se requiere que todo buque lleve instalado este sistema aunque otros sistemas contra incendios. Consta de:

- Aspiración del agua de mar
- Bombas contra incendios
- Colector o tubería principal
- Tuberías de ramificación
- Bocas (hidrantes)
- Válvulas
- Mangueras, boquillas y lanzas
- Conexión internacional de la tubería contra incendios del buque a la red de tierra.

Bombas
Las bombas contra incendios deben tener una capacidad que sea algo inferior a la máxima capacidad de las bombas de sentinas puedan achicar. En general está capacitada no excede de los 180 m3/hora de agua en conjunto, con no menos de 25 m3/hora en cada una de las bombas aisladamente. El número de bombas no debe ser inferior a 2 o de 3 para buques de pasaje. Las bombas sanitarias, las de lastre, las bombas de sentinas o las de servicios generales pueden también ser bombas de contra incendios siempre que no se usen normalmente para trasegar combustible.

En ciertos buques de carga debe existir una bomba contra incendios de emergencia, cuya capacidad no sea inferior al 40% de la capacidad conjunta de las otras bombas.

Las bombas contra incendios deben estar dotadas de una válvula de seguridad que se dispare cuando la presión en la bomba excede de aproximadamente 8 kg/cm2 por encima del valor nominal de la presión.

Colector o tubería principal contra incendios
En términos generales hay dos tipos de configuraciones de tubería en el sistema general contra incendios:

Colector lineal
El colector es una tubería que corre de proa, generalmente a la altura de la cubierta principal y próxima a la línea de crujía del buque. A partir del colector se extienden horizontal y verticalmente las ramificaciones de tubería terminando en las correspondientes boquillas (hidrantes), y llevando intercaladas las necesarias válvulas. El inconveniente del sistema de colector lineal único es la imposibilidad de dar servicio a una zona del buque que se encuentre más allá de un punto del colector que haya sufrido una rotura o una avería.

Colector en anillo
Consta de dos tramos de colector lineal, paralelos entre sí, y conectados uno con otro en sus puntos más hacia proa y hacia popa, formando un anillo completo. Las ramificaciones horizontales y verticales salen de ambos tramos de colectores. En esta configuración, cualquier punto del colector que haya sufrido una rotura puede ser aislado y el agua puede llegar a todas las partes del buque.

El diámetro del colector será el suficiente para que el caudal máximo de agua establecido para las bombas, pueda alcanzar a todas las partes del buque. El diámetro normal del colector está comprendido entre 100 y 150 mm y el de las tuberías de ramificación entre 37 y 64 mm.

Las presiones mínimas del agua en el colector, con el equipo funcionando normalmente, para buques de carga es de 2.75 kg/cm2, aunque en ninguna boca contra incendios habrá una presión de agua superior a la que se pueda controlar eficazmente por los que manejan la correspondiente manguera.

Puestos contra incendios
El conjunto formado por una boca contra incendios con su correspondiente válvula, las mangueras y las boquillas se conoce con el nombre de "puesto contra incendio".

Es importante que todo el equipo se mantenga en buen uso en el lugar adecuado, es decir, próximo al puesto contra incendios. Las mangueras y sus boquillas deben estar en lugares visibles y fácilmente accesibles para que puedan ponerse rápida y fácilmente en servicio. Sin embargo, esta accesibilidad las hace vulnerables al daño y al abuso. Un tipo de abuso es emplear las mangueras para baldear la cubierta o par cualquier otra de las faenas del buque. Otra forma de dañar o abusar del equipo es usar la boca o la tubería para hacer firme un cabo. También hay ocasiones en que al mover cargas pesadas por cubierta las bocas, la tubería o válvulas reciben golpes. Además de esto está la corrosión de las partes metálicas del sistema que puede hacer que las válvulas queden inmovilizadas así como el

efecto de la intemperie y el contacto con grasas, aditivos, pinturas, etc., que produce un envejecimiento prematuro de las mangueras. Hay otras malas prácticas también con el sistema de contra incendios, por ejemplo, tomar "prestada" una manguera de un puesto contra incendios a otro, con lo que uno de ellos queda sin función contra incendios durante el tiempo que está sin manguera. También, por descuido de las personas que manejan las mangueras, a veces se dejan caer los acoplamientos sobre cubierta, lo que produce deformación o daños en dichos acoplamientos que quedan defectuosos o inservibles.

Todos los miembros de la tripulación, cualquiera que sea su posición y responsabilidad a bordo, deben esforzarse para proteger el sistema total contra incendios y para mantenerlo en perfecto estado, evitando todo uso no autorizado.

Cada semana debe hacerse una inspección visual de los puestos contra incendios asegurándose de que todo el equipo se encuentra en su lugar y reportándolo de inmediato en caso contrario. En los ejercicios contra incendios que periódicamente deben realizarse a bordo, debe programarse la utilización de todas las diferentes bocas de forma que aproximadamente cada dos meses hayan sido probadas todas ellas. De esta manera se evita que la corrosión se acumule.

Siempre que exista una oportunidad (por ejemplo navegando por ríos, lagos, el Lago Gatún, etc.) debe darse una enjuagada a fondo con agua dulce a todo el sistema de contra incendios.

Bocas (hidratantes)
El número y la distribución de los puestos contra incendios a bordo será tal de que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, alcancen cualquier parte del buque.
Los puestos contra incendios se suelen numerar con una numeración correlativa al objeto de realizar la perfecta identificación y control de cada uno.

Mangueras contra incendios
Son las tuberías flexibles mediante las cuales se transportará el agua desde la boca hasta el fuego. Son de lona u otro material apropiado con revestimientos de goma o material sintético. La manguera tiene dos acoplamientos metálicos en cada extremo, ambos roscados, uno macho y el otro hembra. El acoplamiento hembra va siempre a la boca y el macho va siempre hacia el fuego.

Las mangueras son la parte más débil de todo el sistema contra incendios ya que son las que con más facilidad pueden dañarse por acción del uso indebido, por ejemplo, al arrastrarlas por cubierta o por la acción abrasiva del polvo, grasa, pintura u otras sustancias. Las mangueras pueden limpiarse con agua dulce y un detergente neutro usando un cepillo suave. Las mangueras deben inspeccionarse visualmente todas las semanas y probarse cada mes a la presión normal del agua del sistema contra incendios.

Cuando se vuelvan a estibar las mangueras en su soporte debe procurarse que no coincidan siempre los dobleces por el mismo lugar para evitar se debilite siempre en los mismos puntos. Los diámetros de mangueras más usados son: 64 mm (2 1/2 pulgadas) para mangueras que se usan a la intemperie; 38 mm (1 1/2 pulgadas) para mangueras que se usan en sitios cerrados. La longitud de cada tramo de manguera es por lo general de 15 metros.

Estiba de las mangueras
Hay diferentes modalidades para estibar y recoger las mangueras. Es una operación que debe hacerse con cuidado para no deteriorar sin necesidad este elemento. Los principales pasos a dar para recoger las mangueras son:

- Retirar y limpiar la grasa, pintura o combustible que puedan tener.
- Recorrer detenidamente la extensión de todo el tramo de manguera para verificar que está totalmente seca. Las mangueras húmedas, incluso parcialmente, no deben recogerse.
- Verificar que el acoplamiento hembra lleva su junta de goma.
- Si en el sistema de contra incendios la manguera va conectada a su boca:
  - Se enrosca el acoplamiento hembra a la rosca macho de la boca.
  - Se pliega la manguera sin dobleces bruscos, disponiendo los pliegues de forma que sea posible desplegar la manguera y llevar fácilmente la boquilla hacia un posible incendio.
  - Se enrosca la boquilla al acoplamiento macho de la manguera, comprobando que la junta está en su sitio.
  - Se asegura que la boquilla queda en su soporte o en una forma tal que pueda asirse y desplegarse fácilmente la manguera.
- Hay dos formas de plegar una manguera:
  - En forma de la letra "S plana" cuando la manguera va estibada en una caja.
  - En forma de "S curva" cuando la manguera va sustentada en un soporte metálico semicircular.
- Si la manguera no va conectada a la boca, o es una manguera de repuesto o adicional, su recogida después de verificar que está limpia, seca y tiene su junta en el acoplamiento hembra, se hace de la siguiente manera:
  - Se coloca la manguera extendida en línea recta sobre la cubierta.
  - Se toma con la mano el acoplamiento macho y se dobla la manguera sobre si misma, de forma que éste acoplamiento macho quede sobre la propia manguera aproximadamente a 1.20 metros del acoplamiento hembra.
  - Se comienza a enrollar la manguera a partir del punto donde está doblada sin presionar demasiado el doblez.
  - Una vez que esté enrollada la manguera se sujeta, sin presionar demasiado, con una filástica o hilo de vela.
  - El acoplamiento macho debe quedar protegido de posibles golpes por la propia manguera, debajo del acoplamiento hembra.

Boquillas y lanzas
En capítulos anteriores se han mencionado ciertos aspectos de estos elementos, así como sus funciones y operación. Unicamente cabe señalar que las lanzas, que también se llaman aplicadores, son unos elementos metálicos fuertes pero que no han sido diseñados para usarlos en sustitución de barras o palancas metálicas, tales como "pie de cabra" u otros, cuando se trata de forzar una puerta o forzar una tapa que está obstruida.

Si se usan indebidamente, es casi seguro que se dañarán y ocasionarán una pérdida de eficiencia en su cometido fundamental que es el de proyectar agua.

Los aplicadores se enroscan en la boquilla contra incendios y se actúa sobre ésta en la forma habitual (chorro sólido, niebla o cierre).

Bifurcaciones
A veces puede ser beneficioso tener dos mangueras de 38 mm (15 pulgadas) en lugar de una sola manguera de 64 mm (25 pulgadas). Para ello se usan las bifurcaciones. La más usual es la de dos salidas o dos brazos en forma de "Y", aunque también existe la de tres brazos.

En una bifurcación "Y", la entrada de agua tiene una conexión hembra de 64 mm. (25 pulgadas) que se enrosca en el hidrante. Las dos salidas tienen conexión macho de 38 mm. (15 pulgadas) a las que se conectan las mangueras.

Cada rama lleva su propia válvula de un cuarto de vuelta. Cuando la manecilla de la válvula está en posición paralela del flujo del agua, significa que la válvula está abierta. Si la manecilla está perpendicular, la válvula está cerrada.

Hay que tener presente que una ramificación multiplica el número de mangueras pero divide la presión en cada una de ellas, por lo que en caso de duda de suficiente presión, siempre es mejor optar por una sola manguera contra incendios con la presión debida que disponer de dos mangueras con presión insuficiente.

Llaves
Las llaves son unas herramientas especiales que se usan para apretar o aflojar las conexiones roscadas de las mangueras. Las llaves deben ser de medida de estas conexiones. Cuando se compran mangueras nuevas hay que especificar también el tamaño de la llave que corresponde. Lo ideal sería que todos los acoplamientos de las mangueras pudieran apretarse y aflojarse lo suficiente con mano sin necesidad de usar las llaves, pero hay veces en que por efectos de corrosión o efectos de golpes quedan demasiado ajustadas y para aflojarlas es necesario usar esa herramienta. También hay ocasiones en que el apretado manual no basta para impedir fugas por los acoplamientos por lo que es necesario usar la llave.

Conexión internacional a tierra
Si estando el buque en puerto se declara un incendio, sería muy conveniente tener la posibilidad de reforzar la capacidad contra incendios del buque con la que pueda obtenerse de las instalaciones de tierra o de otro buque en las proximidades. Para evitar las dificultades de acoplamiento entre el sistema del buque que lo necesita y los de otros sistemas que puedan ayudarle, como por ejemplo por diferencia del tipo respectivo de acoplamiento o de sus medidas, en todo buque y a cada banda del mismo, habrá una conexión internacional de la tubería contra incendios del buque hacia tierra. Esta conexión, que puede ser portátil, será plana con una junta y cuatro pernos por el lado de tierra. Por el lado de a bordo llevará un acoplamiento que se adapte, o se encuentre permanentemente adaptado, a las bocas contra incendios y mangueras del buque.

Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión
Algunos espacios del buque, como los de máquinas y otros de ciertos buques, están protegidos contra los incendios mediante los sistemas fijos de aspersión de agua dulce a presión. El propósito de este sistema, además de la extinción de los posibles incendios, es también el de proteger la estructura del buque, limitar la extinción del fuego y controlar la cantidad de calor producido.

El sistema de rociadores se activa automáticamente por el calor generado en el espacio donde se encuentra y se desactiva manualmente mediante las válvulas o por el agotamiento del agua dulce contenido en el tanque. Los principales componentes de este sistema son:

Tubería
Va desde el tanque que contiene el agua dulce de los rociadores hasta los mismos rociadores situados en los espacios que proteger. Está diseñada para que se proporcione un mínimo de 5 litros/minutos en los espacios protegidos.

Válvulas
Controlan el agua en los diversos espacios a proteger.

Rociadores
Están diseñados para que cuando se activen permitan salir agua dulce a presión en forma de una espesa cortina cónica de las dimensiones necesarias para enfriar la zona correspondiente a cada rociador.

Activadores
Los activadores tienen una doble función, por un lado son los elementos que hacen que el agua salga por los rociadores y al mismo tiempo actúan como detectores de fuego. Los activadores tienen un mecanismo sensible al calor que es activado automáticamente por el mismo y permiten la salida del agua por los rociadores. Constan de una válvula en forma de tapa que contiene la salida del agua. Esta tapa está sostenida por dos palancas que a su vez son aguantadas por las dos partes de un eslaboncillo que están soldadas una con otra mediante una aleación de un bajo punto de fusión. Cuando el calor de la zona donde se encuentra el activador es lo suficientemente alto, la soldadura de las partes del eslaboncillo llega a fundirse con lo que el conjunto de palancas y tapas caen al ser empujadas por la presión del agua que comienza a salir.

Los activadores están dispuestos para que funcionen con temperaturas comprendidas entre 68 y 79 grados C. En aquellos espacios en condiciones normales pueda haber temperaturas superiores, tales como los cuartos de secado, se puede aumentar la temperatura del disparo de los activadores hasta unos 30 grados más.

Cada sección de rociadores, cuando entra en acción, dará automáticamente una alarma óptica y acústica indicando la sección atendida por el sistema. Los indicadores estarán centralizados en el puente de navegación del buque o en el puesto principal de contra incendios. La extinción del incendio no debe confiarse únicamente a los rociadores, sino que una vez detectado, debe establecerse el oportuno ataque contra incendios mediante los otros sistemas de extinción de a bordo. Debe recordarse que el tiempo de funcionamiento de los rociadores no es ilimitado, sino que depende de la cantidad de agua dulce disponible en el tanque. Por término medio puede decirse que los rociadores tienen capacidad de funcionamiento de unos 20 minutos, con no todas las secciones al mismo tiempo.

Sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma
Su uso más indicado es en los espacios de máquinas y también en cubierta de los buques tanque.

Mediante la espuma pueden extinguirse los incendios de clase B y también los de clase A, estos con espuma de baja expansión. La diferencia entre alta y baja expansión consiste en que en la espuma de baja expansión, la proporción de agua respecto de la solución espumógena es mucho mayor que en los de alta expansión.

La espuma puede generarse en forma química, es decir, mezclando compuestos o también en forma mecánica, es decir, mezclando primero el concentrado de espuma con agua para producir una solución espumógena y después mezclando el aire con esta solución.

Cuando en un espacio de máquinas se instale un sistema fijo de extinción de incendio a base de espuma de baja expansión, podrá descargarse por orificios en no más de 5 minutos, la cantidad de espuma suficiente para cubrir con una capa de 150 mm. de espesor la mayor de las superficies en que haya riesgos de derrame de combustible líquido. La relación de expansión de espuma no excederá de 12 veces a una en volumen.

Los sistemas fijos a base de espumas de alta expansión deberán poder descargar también rápidamente por orificios de descarga una cantidad de espuma que sea suficiente para llenar el mayor de los espacios protegidos a razón de, por lo menos, un metro de espesor por minuto. La cantidad de líquido espumógeno será suficiente para producir un volumen de espuma que sea unas 5 veces mayor que el volumen del mayor de los espacios protegidos. La relación de expansión de la espuma no excederá de 1,000 veces a una en volumen.

En los buques tanque, las instalaciones y las cantidades de espuma a producir se regulan mediante normas especiales.

Operación del sistema de espuma

El sistema debe ponerse en marcha manualmente cuando se descubre un fuego en el área protegida. En primer lugar se arrancan las bombas de agua y de concentrado de espuma. Después se abren las válvulas correspondientes para permitir que el agua y el concentrado de espuma fluyan y se mezclen. Si el sistema central de producción de espuma suministra solución espumógena a más de un sistema de tubería, hay que abrir la válvula correspondiente al sistema que vaya a usarse. Es importante que los miembros de la tripulación que reporten el fuego den la exacta localización del mismo, al objeto de que puedan abrirse las válvulas apropiadas sin demora.

Cuando se han abierto las válvulas correspondientes y se han activado las bombas, el concentrado de espuma y el agua fluyen hacia el mezclador donde se mezclan en las proporciones previamente dispuestas. Seguidamente la solución espumógena fluye a través de la tubería hasta la localización deseada donde se descarga. En un sistema fijo, la espuma se descarga por toberas o boquillas que están situadas en el área que se está protegiendo. Cuando la solución fluye a cada una de las boquillas pasa por un aspirador y se mezcla con aire para formar las burbujas de espuma. En la mayor parte de los sistemas fijos, las boquillas están dirigidas contra mamparos o contra un deflector metálico para que la espuma fluya suavemente sobre la superficie del líquido que está ardiendo. Todas las boquillas o toberas descargan la espuma al mismo tiempo para cubrir lo antes posible toda el área con un colchón o alfombra de espuma.

El sistema continuará operando y produciendo espuma hasta que se acabe el concentrado de espuma en el tanque. Cuando esto suceda, el agua continuará fluyendo por el sistema y saliendo por las toberas. Si se permite que salga durante más de 2 ó 3 minutos comenzará a disolver la capa de espuma y a deshacerla. Con esto dejará de tener su efecto de sofocación y por lo tanto es importante cerrar el sistema cuando ya no se está produciendo espuma.

Sistemas fijos de extinción de incendios por gas
Los sistemas de C02 se usan para proteger los espacios de carga, los cuartos de bombas, los cuartos de generadores, los pañoles, así como los espacios de máquinas.

Como agente extintor, el C02 es muy adaptable para el uso de a bordo. No daña los cargamentos o la maquinaria delicada. No deja un residuo indeseable que tenga que ser limpiado posteriormente. No conduce la electricidad y puede usarse con equipo eléctrico conectado, aunque no se recomienda. Cuando se proyecta, sale como líquido a presión que se expande hasta formar una densa nube de gas a la presión atmosférica. Se irá acumulando en los niveles más bajos del espacio que está protegiendo hasta que se mezcle y diluya con el aire atmosférico.

Sin embargo, el C02 tiene ciertas desventajas. La cantidad que puede llevarse a bordo de este gas es limitada ya que se almacena en cilindros a presión. El C02 tiene poco efecto refrigerante en los materiales que han sido calentados por el fuego, ya que el C02 extingue por sofocación. Así, los materiales que generan su propio oxígeno, por ejemplo, el celuloide, no pueden ser extinguidos con C02.

El C02 es peligroso para los seres humanos. La mínima concentración que basta para apagar un fuego, no llega a reducir el contenido de oxígeno del aire hasta un nivel peligroso, pero sin embargo, cuando se respira, el C02 eleva el nivel de ácido de la sangre. Esto impide que la hemoglobina de la sangre continúe absorbiendo oxígeno de los pulmones lo que puede llevar a un paro respiratorio. Es extremadamente peligroso estar en un departamento en el que haya descargado C02 sin llevar el apropiado aparato de respiración artificial. Esto se aplica incluso a períodos de tiempo muy cortos. Por ejemplo, un miembro de la tripulación puede sentirse tentado de aguantar su respiración mientras entra rápidamente en un departamento inundado de C02 para rescatar a un compañero o que está inconsciente en el suelo, pudiendo convertirse en nueva víctima en lugar de salvador.

El C02 es muy efectivo contra los incendios líquidos inflamables. También controla los fuegos de la clase A pero sólo cuando tienen lugar en espacios cerrados.

Tipos de instalaciones fijas de C02 a bordo
Normalmente el C02 se instala a bordo en lugares bien determinados tales como la sala de máquinas y los espacios de carga. En general son sistemas de inundación total y que se activan sólo como último recurso después de que todos los demás métodos extintores han sido ensayados y han probado no ser suficientes para controlar el fuego. Este sistema para la inundación total de los espacios de máquinas llega a descargar el 85% de su capacidad total de C02 en dos minutos con lo que consigue la rápida saturación de toda la atmósfera con C02 y se logra una pronta extinción. Es necesaria la rápida descarga en espacios tales como la

sala de máquinas donde pueden extenderse líquidos inflamables. También existen versiones más pequeñas de sistemas de inundación total de C02 que se usan en espacios más reducidos.

Los sistemas para la inundación de los espacios de carga no se activan inmediatamente después de haber descubierto el fuego. El espacio de carga es generalmente una bodega del buque. Lo primero es cerrarla lo más herméticamente posible. Después se introduce el C02 en el espacio a una velocidad predeterminada para reducir el contenido de oxígeno a un nivel que no permita la combustión. Los sistemas de C02 para las bodegas se usan en buques Ro-Ro, en buques porta contenedores y otros.

Todos los sistemas de C02 consisten básicamente en unas conducciones de tuberías, difusores de descarga de una configuración especial, válvulas y cilindros de C02. Los cilindros se disponen para que su contenido se descargue en el sistema a través de un colector general. El C02 se usa para activar los sistemas de alarma y los interruptores de presión que cierran los sistemas de ventilación. Los sistemas de inundación total de C02 y los sistemas para las bodegas de carga se pueden activar manualmente.

Operación de un sistema de C02 de inundación total
Un sistema de inundación total se activa manualmente halando de dos cables. Las manecillas o tiradores de los cables de los que hay que halar están alojados en cajas con puerta de vidrio. Los cables están conectados mediante poleas a las válvulas de los cilindros pilotos de C02. Para descargar el C02 hay que romper el cristal con un pequeño martillo que está próximo. Los cables deben ser halados en el orden adecuado. Junto a las cajas que contienen los tiradores para halar los cables, están las instrucciones de activación que hay que seguir cuidadosamente.

Uno de los cables está conectado a la cabeza del cilindro piloto; el otro está conectado a una cabeza de control situado en la válvula del cilindro piloto. Cuando se ha halado de ambos cables, el C02 se descarga desde los dos cilindros pilotos y abre la válvula piloto. Mediante una válvula de retención se retarda la descarga del C02 hacia el área que tiene que proteger. Durante esta demora, el C02 se dirige a través de la válvula piloto hacia el dispositivo de retardo en la tubería activando los interruptores de presión. Se requieren unos 20 segundos para que el C02 pase a través del dispositivo de retardo. Durante este tiempo, se cierran los sistemas de ventilación y se activan las alarmas. Una vez transcurrido los 20 segundos, el C02 actúa abre un control de presión montado cerca de la válvula de retención. Esta válvula se abre y permite que el C02 se descargue en los espacios protegidos.

Alarma de descarga de C02
En cada uno de los espacios que está protegido por un sistema de inundación total de C02 debe instalarse una alarma acústica que sea audible para todas las personas que están a bordo cuando el buque está en navegación. La alarma debe estar dispuesta para sonar automáticamente durante los 20 segundos inmediatamente anteriores a la descarga del C02. Esta alarma no debe depender de ninguna otra fuente de energía distinta de la del propio C02. La alarma debe estar en un sitio muy visible y situado con las apropiadas marcas de aviso.

El sistema de C02 también puede activarse desde una posición central generalmente en el mismo cuarto donde se encuentran los cilindros de C02. El

procedimiento aquí es ligeramente distinto. Consiste en retirar los pasadores de seguridad de las válvulas de los cilindros y operar las palancas de las cabezas de control que están montadas sobre los dos cilindros pilotos y la válvula piloto. Puede eliminarse el retraso de descarga si se retira el pasador de seguridad y se actúa en la palanca de operación del cilindro de control que está montado en la válvula de retención.

Personal que maneja la manguera contra incendios
Una de las unidades más importantes en la lucha contra incendios es la manguera contra incendios. Idealmente, para que se opere con eficiencia el equipo humano para el manejo de una manguera contra incendios debe constar de cuatro miembros. Se recomienda que por lo menos dos personas que manejen una manguera de 38 mm (1 ½ pulgadas) y tres para las mangueras de 64 mm (2 ½ pulgadas).

El hombre clave del equipo que maneja la manguera es el hombre que opera la boquilla, pues es quien controla el tipo de chorro y su dirección. En muchos casos ese hombre deberá tomar decisiones antes de que su superior pueda indicárselas. El hombre que maneja la boquilla debe tener el adiestramiento y la disciplina para conseguir que el conjunto de personas que manejan la manguera vayan avanzando eficientemente hacia el fuego y para que el agua se dirija hacia el lugar apropiado del incendio. Ésta es una posición responsable y debe ser asignada a un miembro de la tripulación que ha recibido un entrenamiento especial en la lucha contra incendios. El hombre que maneja la boquilla debe ser también un hombre que está totalmente familiarizado con el buque y todos sus elementos.

Inmediatamente detrás del hombre que maneja la manguera se encuentra el hombre de apoyo. Este hombre soporta el peso de la manguera y absorbe parte de la reacción de la salida del chorro, para que el hombre que maneja la boquilla no tenga que hacer demasiado esfuerzo. Para poder mantenerse en su posición, tanto el hombre de apoyo como el hombre de la boquilla deben actuar en perfecta coordinación. Los otros miembros del equipo que manejen la manguera están posicionados a lo largo de la misma para asistir en la maniobra de avance o retroceso.
Puede ser conveniente usar personal de máquinas para manejar las mangueras que están asignadas a la protección de los espacios de máquinas, ya que conocen la máquina y están familiarizados con esa parte del buque. Además, estos tripulantes habrán estado probablemente en las proximidades del fuego cuando éste ha estallado y pueden conocerlo. Por la misma razón, los componentes de los equipos de manguera deben ser aquellos que habitualmente trabajen en los puntos más próximos a donde se produjo el fuego.

Avance con la manguera
Cuando ha tenido lugar un aviso de incendio, debe conducirse la manguera lo más próxima al fuego de que se abra la válvula de la boca (hidrante). Sin agua, la manguera es muy ligera y muy fácil de manejar. Puede avanzarse con ella y llevarse cómoda y rápidamente hasta el lugar apropiado. Una vez que la manguera contiene la presión de agua se torna pesada y de difícil manejo. Los integrantes de la cuadrilla que manejan la manguera llegan a cansarse al tener que mover el peso de agua adicional y especialmente si tienen que subir o bajar la manguera por escaleras o a lo largo de pasillos o corredores. Si además llevan un aparato para la

respiración artificial, su esfuerzo hace consumir el oxígeno o el aire mucho más rápidamente que en situación normal.

La manguera debe manejarse de la siguiente manera. El hombre de la boquilla y el de apoyo sostienen el primer tramo de manguera y avanzan hacia el fuego. El tercer miembro del equipo de manguera sostiene la sección central y avanza con ella. El cuarto miembro del equipo de manguera permanece en el puesto de control de fuego para abrir el hidrante y auxilia el anterior. Cuando el hombre de la boquilla está en posición, pide se abra el agua. Cuando el agua ha llenado la manguera, el tercer y cuarto miembro del equipo del equipo de mangueras debe sostenerla y aguantar cualquier oscilación, al mismo tiempo que verifican los acoplamientos para ver si existen pérdidas o fugas de aguas. Si es así, pueden apretarse más los acoplamientos mediante la correspondiente llave. Después de que ha llegado el agua, el hombre de la boquilla debe abrirla ligeramente para permitir la salida del aire que está contenido dentro de la manguera. La manguera debe cerrarse en el momento en que el agua comienza a fluir quedando de esta manera la manguera lista para su auto.

Durante los ejercicios contra incendios deben desplegarse todas las mangueras e instalarse como si se estuviese combatiendo un fuego real. El entrenamiento debe ser lo más realista que sea práctico y posible. Los grupos que manejan las mangueras deben realizar prácticas reales llevando las mangueras hacia cubiertas o superiores, pasarlas a través de corredores, a través de escaleras y por puntos de cierta dificultad.

Uso apropiado del chorro producido por la manguera
La forma en que deben aplicarse los chorros depende de la situación del fuego. El hombre que maneja la boquilla debe saber el tipo de chorro que tiene que usar y cuando debe usarlo según las condiciones existentes del incendio.

Fuego en pasillos
Cuando en un compartimento se ven salir llamas que se adentran por un pasillo, es esencial alcanzar ese compartimento con el agua. Debe dirigirse el chorro de la manguera hacia la base del fuego para abatir las llamas del pasillo antes de situarse apropiadamente la manguera. Esto se consigue avanzando lo más próximo posible hacia las llamas y manteniéndose lo más agachado posible. A partir de este momento se abre la boquilla y se usa la niebla de alta velocidad. El chorro debe moverse hacia arriba y hacia abajo para que el agua rebote en los mamparos y techos y caiga sobre las llamas. Con esto se empujará el calor y las llamas alejándolas del hombre de la boquilla que continuará avanzando hasta que alcance su objetivo.

Cuando las gotitas de la niebla alcancen las llamas y los gases calientes, se producirá vapor de agua. Este vapor junto con el humo producido por el fuego hace que la visibilidad sea generalmente muy mala. En este momento debe traerse a esta posición una manguera de refuerzo que se situará lo antes posible cubriendo la que ha atacado el fuego en primer lugar. La manguera de refuerzo puede usarse para proteger la manguera que avanza o puede dirigirse también hacia el fuego si es que se necesita un volumen mayor de agua para controlar la situación.

Fuego dentro de un compartimento

Para alcanzar un fuego que está por detrás de una puerta, debe posicionarse una manguera cargada, es decir con presión y sin aire, en la parte de afuera del compartimento justo frente a la puerta. A continuación se abre la puerta sólo lo justo para insertar la boquilla. Usando la puerta para proteger su cuerpo, el hombre que maneja la boquilla debe barrer con niebla todo lo que pueda hacia el interior del compartimento. Tanto el hombre que maneje la boquilla como el hombre que le apoya deben mantenerse agachados lo máximo posible, para permitir que el calor, el humo y el vapor producido pasen sobre ellos. Después de los primeros momentos puede abrirse la puerta un poco más. Si las condiciones lo permiten, los que manejan la manguera deben entrar en el compartimento e ir avanzando hasta que puedan llegar hasta la base del fuego donde lo pueden atacar con niebla o con chorro sólido.

Personal de la cuadrilla de lucha contra incendios

El resto del personal de la cuadrilla debe realizar otras tareas específicas. Algunos de los miembros de la cuadrilla deben actuar como investigadores. Bajo la protección del agua de la manguera, deben estar investigando la posibilidad de que haya quedado personal, consciente o inconsciente atrapado. Otros miembros de la cuadrilla deben investigar si el fuego se extiende hacia otras regiones, o bien para identificar mejor el área de fuego o para actuar como mensajeros si es necesario.

Necesidad de entrenamiento

El SOLAS establece la necesidad de hacer ejercicios periódicos de contra incendios, tal y como anteriormente se ha mencionado. Pero no solamente se trata de una obligación impuesta por un Convenio, sino que se trata de la aplicación del principio que dice más vale prevenir que lamentar. Es posible que una emergencia no sea algo frecuente, pero cuando ha surgido justifica todo el esfuerzo que se haya hecho en la preparación y en el adiestramiento. Por eso es necesario que todos los tripulantes tomen con el máximo interés, máxima aplicación y mayor esfuerzo la necesidad de prepararse debidamente ante las posibles emergencias a bordo. Si nunca surgen estas, nada se ha perdido. Pero en el caso de que haya surgido y no se haya estado debidamente preparado, las pérdidas en vidas y en daños materiales puedan ser enormemente altas y fuera de toda justificación.